اقرأ

سلسلة ثقافية شهرية
تصدر عن دار المعارف

دكتور أحمد مستجير

في بحور العلم

فاصلة

الجزء الأول





سلسلة ثقافية شهرية
تصدر عن دار المعارف

[٦١٢]

تصميم الغلاف : منى جامع

دكتور أحمد مستجير

في بحور العلم

الجزء الأول



دار المعارف

إن الذين عنوا بإنشـاء هـذه السلسلة ونشرها ، لم يفكروا إلا فى شىء واحد ، هو نشر الثقافة من حيث هى ثقافة ، لا يريدون إلا أن يقرأ أبناء الشعوب العـربيـة . وأن ينتفعوا ، وأن تـدعـوهـم هذه القـراءة إلى الاستزادة من الثقـافة ، والطموح إلى حياة عقليـة أرقى وأخصب من الحياة العقليـة التى نحيـاها .

طه حسين

الناشر : دار المعارف - ١١١٩ كورنيش النيل - القاهرة ج . م . ع .

الإهداء

إلى الصديق الأستاذ مصطفى نبيل

أ . م .

مقدمة :

يعرف الناس الأستاذ الدكتور أحمد مستجير عالمًا من أبرز العلماء الذين أنجبتهم مصر ، توجت جهوده العلمية والأدبية باختياره عضوًا فى مجمع الخالدين وعضوًا فى المجمع العلمى المصرى .

ودار المعارف تقدمه اليوم كأديب صاحب قلم رشيق وعبارة رصينة ، يحقق لنا متعة القراءة ، ويلقى بمزيد من النور المبهر على بعض إنجازات العلم الحديث ، فيجعلها فى متناول الجميع ، ويكشف لنا عن قدرة الخالق .

ولأن الرحلة فى بحور العلم طويلة وممتعة ، فإن دار المعارف تقدمها لك لأول مرة فى جزءين متتاليين من سلسلة اقرأ .

دار المعارف

مقدّمة

إلى القارئ ..

لا أود أن أؤكد أننا نحيا عصر العلم – كلنا يدرك ذلك . وهذه هى مساهمتى المتواضعة فى حقل الثقافة العلمية : حفنة ، جمعتها فى هذا الكتاب ، من مقالات نُشرت فى مجلات مختلفة ، شىء ما يربط بينها ، قد لا أعرفه بالتحديد ، وقد لا تعرفه – ربما كان أسلوب الكتابة وربما كان تلك العاطفة التى تغمرنى دائما : حبى للعلم وللكتب والقراءة . فأنت لا تستطيع أن تكتب ويَقبلك القارئ إلا إذا كنت تكتب عما تحب ، وكنت تحب ما تكتب . إن صدق هذا الشعور هو ما يضفى الحياة على ما تكتب ، فينقله قريبًا إلى قلب القارئ – يتدفق دافئًا دون عائق ليصل فى بساطة بين الكاتب والقارئ .

ستجد بين فصول هذا الكتاب – الذى تصدره دار المعارف فى جزءين – بضعة كتب ، كُثفت لتُنشر فى مجلة شهرية . لكنى أعترف بأننى لم أعرض

إلا ما راقنى وأثَّر فىّ من بين أفكار كل منها . لم يكن هدفى من الحديث عن أى من هذه الكتب أن أقدم للقارئ عرضًا عريضًا له ، إنما كنت أقتنص ما هزنى فيه وأبسطه . أردت أن أقدم جرعة مركزة تثرى الفكـر . ولأننى بيولوجى بالدراسة ، ولأن الوراثة الجزيئية هى الأهم عندى من بين كل العلوم ، فقد يجد القارئ تحيزًا نحو « أصولى » العلمية ! بل سيجد أننى أكرر بعض الحقائق العلمية فى مقالات عديدة (فلقد نُشرت متفرقة !) . وهنا آمل أن يجد القارئ لى عذرًا فى هذا التكرار ، إذ تركت المقالات بالصورة التى نُشرت بها .

أحمد مستجير

١

أوتسى رجل الثلـوج

في مطلع الشباب كنت مغرمًا بقراءة الروايات البوليسية . قرأت بالفعل كل روايات أجاثا كريستى ، وكل ما كتبه آرثر كونان دويل من قصص وروايات شرلوك هولمز - وكنت أرى أن الحكمة من وراء هذه الروايات .. بجانب ما تنقله من متعة - هى التأكيد على أن حياة الفرد - أى فرد منا - هى أثمن من أن يزهقها آخر . فإذا ما جرؤ شخص على فعل ذلك ، فإن جريمته لن « تقيد ضد مجهول » ، فهناك من سيتتبعه ويوقع به حتى يلقى جزاءه . مثل هذه الروايات كانت تمثل عندى تمجيدًا للعقل البشرى وتأكيدًا على حرمة حياة الإنسان . وكنت أعجب ، لماذا لا نرى مثيلا لها فى الأدب العربى ؟ أترانًا لم نقدر بعد قيمة الإنسان الفرد وحقه فى الحياة ؟

حتى قرأت هذا الكتاب الذى نحن بصدد عرضه (« رجل الثلوج » ،تأليف كونراد شبندلر ، الطبعة الإنجليزية ، ١٩٩٤) الذى يحكى عن أهم « لقية » عثر عليها الأرشيولوجيون هذا

القرن ، ووجدت أنه لا يختلف كثيرًا عن الروايات البوليسية التى كانت وما زالت ، تمتعنى ، ما الذى يربط بينهما ؟ ربما كان ذلك الأسلوب العلمى لاستنباط المجهول من المعلوم : تجميع الوقائع - حتى ما يبدو منها تافها - وربطها ببعضها بشكل منطقى ، لنخلص إلى استنباط ، فهل كان ما يشدنى إلى تلك الروايات هو ذلك المنهج التحليلى - العلمى - الذى عليه تبنى ؟ أو لا يزال هذا المنهج العلمى بعيدًا عن أسلوبنا فى الحياة فلم تظهر له آثار فى رواية بوليسية مصرية أو عربية تشد القارئ ؟ .

ذلك الصيف عام ١٩٩١ :

ما الذى حدث صيف عام ١٩٩١ ؟ لقد ظهرت بمنطقة جبال الألب ذلك العام وحده ست جثث كانت مدفونة تحت الجليد - نفس العدد الذى ظهر خلال الثمانية والثلاثين عامًا التى تسبقه ، ففى ٧ أغسطس ظهرت جثتان لشخصين لقيا حتفهما تحت الجليد هناك يوم ٢ مايو ١٩٥٣ ، وفى ٢٤ أغسطس ظهرت جثة أخرى لشخص دفن هناك فى الجليد فى حادثة يوم ٥ مارس ١٩٨١ ، وفى ٢٩ أغسطس ظهرت جثتان بنفس المنطقة لشخصين كانا قد اختفيا يوم ٨ أغسطس ١٩٣٤ - ووجدت مع كلٍّ بطاقته الشخصية ، ثم ظهرت يوم ١٩ سبتمبر جثة لشخص مجهول الهوية ، ظُن فى بادئ الأمر أنها لأستاذ للموسيقى بجامعة فيينا ،

يدعى كابسونى ، كان قد اختفى فى تلك البقعة عام ١٩٣٨ . ثم اتضح أن جثة كابسونى قد عثر عليها عام ١٩٥٢ . الجثة الأخيرة كانت لشخص مات منذ زمان بعيد ، هو موضوع قصتنا .

ربما كان ظهور هذه الجثث الآن هو إشارة تحذير علمى تقول لنا : إن ظاهرة الصوبة تعمل حقًا ، إن حرارة الغلاف الجوى للكرة الأرضية تزداد فعلا ، وعلينا أن نأخذ الأمر مأخذ الجد . يعضد هذا ما قرأتُه مؤخرًا عما لفظته الثلوج : ففى سنة ١٩٩٢ ظهرت مومياء قطة دفنت هناك تحت الجليد نحو مائة عام ، كما ظهرت طائرة كانت قد سقطت هناك أثناء الحرب العالمية الأولى ، وفى نفس ذلك العام عثر فوق جبل مونت بلانك بسويسرا على طائرة هندية سقطت واختفت عام ١٩٦٦ وعلى متنها ١١٧ شخصًا ، وفى عام ١٩٩٣ لفظت الثلوج جثة رجل فقد على جبال الألب فى بداية الحرب العالمية الأولى .

العثور على الجثة :

هلموت سايمون ناظر زراعة متوسط الحال يسكن فى مدينة نورمبرج ، قرر مع زوجته إريكا أن يقضيا أسبوعًا فى تسلق الجبال - هوايتهما المحببة - فى جنوب التيرول بايطاليا فى الفترة من ١٥ حتى ٢٣ سبتمبر ١٩٩١ ، واختارا قرية أونزرفراو فى وادى شنالزتال ، فى يوم الأربعاء ١٨ سبتمبر قررا أن يصلا إلى

قمة سيميلاون التى ترتفع ٣٦٠٧ أمتار عن سطح البحر ، وصلاها فى الثالثة والنصف عصرًا ، ووجدا أنه من المستحيل أن يعودا إلى القرية قبل حلول الظلام ، فلجآ إلى أقرب مأوى : كوخ سيميلاون على مبعدة ساعتين .

استيقظا صباح الخميس ١٩ سبتمبر ، وكان الجو جميلا ومشجعًا ، فرأيا أن يتسلقا الجبل ليصلا إلى قمة فينايل ، ووصلا القمة ، ثم أخذا طريقهما للعودة فى الثانية عشرة والنصف ظهرًا ، فلما بلغا هاوسلاب يوخ (يوخ = ممر بين جبلين يصلهما من أعلى) ، شاهدا شيئًا بنى اللون على بعد ثمانية أمتار أو عشرة ، يبرز من تحت الثلوج . ظنا فى البداية أنه لعبة أطفال أو كومة من الزبالة ، فقد وصلت الزبالة فى عصرنا هذا حتى قمم الجبال ! فلما اقتربا صاحت إريكا : « يا إلهى — إنه إنسان » ، فقد كانت تبرز فوق الثلوج جمجمة صلعاء بنية اللون منكفئة على وجهها وتحتها الكتفان والظهر . كان الوجه مغمورًا فى الماء وثمة قاذورات تحت الذقن . أسرع هلموت والتقط صورة . كانت الصورة الأخيرة في الفيلم ، وكانت أهم صورة التقطها إنسان ذلك العام ، وعلى مقربة من الجثة وجدا قطعة من لحاء شجرة البتولا ، كانت سلة — لكنها سُطِّحت ، وحولها يلتف خيط أو جلد — مفتوحة من الناحيتين . التقطها هلموت وتأملها ، ثم أعادها إلى حيث كانت .

عاد الزوجان إلى الكوخ فى نحو الثانية والنصف ، وسألا صاحبه إن كان ثمة شخص مفقود فى القرية ؟ فأجاب بالنفى .

حكيا له ما شاهداه ، فسألهما فى لهفة عن الموقع ، ثم اتصل بالبوليس ، لم يصل البوليس فى ذلك اليوم . أمضى الزوجان بقية إجازتهما ثم عادا إلى منزلهما فى نورمبرج يوم الاثنين ٢٣ سبتمبر ، ليفاجآ بكوكبة ضخمة من رجال الإعلام فى انتظارهما .

كان التقدير الأولى لعمر الجثة كما رآه من عاينها من الخبراء فى موقعها هو بضعة آلاف من السنين ، وكانت هذه الجثة هى أهم ما عثر عليه الأرشيولوجيون فى قرننا هذا : جثة رجل من رجال ما قبل التاريخ ، بملابسه ، ومعداته ، ومهماته ، لم يعثر على مثيل لها قط من قبل .

انتشال الجثة :

فى عصر الاثنين ٢٣ سبتمبر ، وفى حضور كاميرات التليفزيون ، وبعد أخذ ورد بين السلطات المختلفة ، وبعد محاولة لم تنجح لانتشال الجثة تمت يوم الأحد ٢٢ سبتمبر أفسدت الإلية اليسرى والفخذ الأيسر للرجل ، انتُشلت المومياء من مكانها بعد أن فقدت ما كان يغطى الظهر من ملابس ، وفى زيارات متعددة للموقع تم جمع مهمات الرجل وحاجياته وتحديد مواقعها بالضبط من الجثة ، وفى يوم الثلاثاء ٢٤ سبتمبر ١٩٩١ تم وضع المومياء فى غرفة الثلاجة على درجة الصفر المئوى ، بمعهد الطب الشرعى بجامعة انسبروك بالنمسا ، ثم أغلقت المنطقة الجبلية التى عثر فيها على الجثة أمام الزوار ، حتى يتم

المسح الأرشيولوجى لكل متعلقات الرجل ، فلم تفتح للجمهور إلا بعد يوم ٢٥ أغسطس ١٩٩٢ .

وثار نزاع بين السلطات الايطالية والنمساوية : على أرض من كانت الجثة ؟ حسم النزاع فى النهاية يوم ٨ أكتوبر ١٩٩١ بعد مفاوضات : الأرض التى عثر فيها على الجثة أرض ايطالية ، لكن السلطات الايطالية توافق على أن تحفظ الجثة بجامعة انسبروك بالنمسا ، لتتم بها الفحوص العلمية لمصلحة البشرية جمعاء ، على أن تنشر البحوث مشتركة تحت اسمى التيرول (النمسا) وجنوب التيرول (ايطاليا) . (أصرت السلطات الايطالية فى صيف - ١٩٩٥ - على استعادة الجثة ، ونقلها إلى جنوب التيرول فى ظرف أشهر معدودة) .

بعد فحص عشرات الأسماء المقترحة للرجل ، اتفق على أن يكون اسمه « أوتسى » نسبة إلى وادى أوتس (أوتستال) الذى كانت الجثة ترقد فيه - وكان الصحفى كارل فيندل قد اقترح الاسم ونشره فى إحدى جرائد فيينا يوم ٢٦ سبتمبر ١٩٩١ ، أى بعد أسبوع من العثور على الجثة .

تجهيز غرفة لإقامة النزيل :

وضعت الجثة فى بادئ الأمر بثلاجة معهد التشريح بجامعة انسبروك ، ولما كان من المفروض أن تبقى زمانًا طويلا ، فقد أنشأ

المعهد ثلاجة خاصة نقل إليها النزيل فى صيف ١٩٩٢ ، وتتكون الثلاجة الجديدة من غرفتين مستقلتين ، كل غرفة مجهزة بجهاز تبريد خاص يحفظ الحرارة ثابتة على درجة « − ٦ مئوية » ، وهذا هو المتوسط السنوى للمثلجات الطبيعية بالمنطقة التى رقدت فيها الجثة . ثبتت رطوبة الغرفة على ٧٥٪ . ولفت المومياء فى ملاءة معقمة ، نشرت فوقها طبقة من الثلج المجروش ، عليها ملاءة من البلاستيك ، فوقها طبقة أخرى من الثلج لفت بغلاف من فويل البلاستيك . يأتى الثلج معقما عن ماء مقطر يتم تجميده بالمعهد ، وجهزت كل من الغرفتين بمجسات للحرارة والرطوبة . يرتبط واحد من مجسات الحرارة بجهاز اليكترونى يعطى − إذا حدث أى انحراف − إشارة تحذير مباشرة لاثنين من أعضاء المعهد ، وجهز مصدر الكهرباء ببطاريات خاصة تعمل إذا ما انقطع التيار الكهربائى لأى سبب . ثمة مجسان يرصدان الحرارة والرطوبة − واحد يرقد مباشرة على جسد أوتسى ، والآخر على حائط الغرفة − وينقلان القراءات على مسجل يحفظ البيانات كل ثانية ، ويطبعها كل ساعة .

عُمر الجثة :

كانت المهمة الأولى بالطبع هى تحديد عمر الجثة ، واستخدمت فى ذلك طريقة الكربون ١٤ ، فهذه طريقة موثوق بها ، اكتشفها

العالم الأمريكى ويلارد ليبى عام ١٩٤٧ وحُسِّنَتْ كثيرًا فيما بعد ، وهى تعتمد على وجود نظير مشع لذرة الكربون ، يسمى ك-١٤ ، يتحلل بصورة منتظمة ، والاشعاع الناتج أضعف من أن يؤثر فى أجسام الكائنات الحية ، وقد وجد ليبيٌّ أن النصف من أية كمية من هذا الكربون المشع يتحلل فى ظرف ٥٥٦٨ سنة بالضبط . يمتص كل كائن حى فى حياته هذا النظير المشع من الجو ، الذى يحمل منه نسبة معينة ، فإذا ما مات الكائن توقفت عملية الامتصاص ليتحلل ما يحمله فى أنسجته من هذا النظير دون أن يستبدل به غيره . فإذا ما كانت لدينا عينة من بقايا حيوان أو نبات مات من زمان طويل ، ثم قمنا بتقدير ما تبقى بها من ك-١٤ ، أمكننا أن نحدد عمرها . وأجهزة التقدير الحديثة لا تتطلب أكثر من ٥ أو ٦ ملليجرامات من المادة العضوية . ولقد أخذت عينات دقيقة من الجثة نفسها (من منطقة الإلية اليسرى التى تهرأت أثناء عملية الانتشال الأول) ، كما أخذت عينات من أوراق النباتات التى كانت موجودة فى خُرْج الكتف . أرسلت عينات الجثة إلى المعملين المختصين بجامعتى أكسفورد وزيوريخ ، وأرسلت العينات النباتية إلى معمل جامعة أوبسالا بالسويد ومعمل مركز النظائر المشعة فى باريس : أفضل أربعة معامل فى العالم . كانت النتائج متقاربة

جدًّا ، وبلغ متوسطها ما بين ٥٢٠٠ و ٥٣٠٠ سنة (ثمة تقرير حديث ظهر بعد صدور كتاب شبندلر يقول إن عمر الجثة يقع ما بين ٥٢٩٢ و ٥٣٤٢ سنة) – أمامنا الآن جثة صياد كان يحيا منذ خمسة آلاف عام ، بجسده بملابسه ، حتى بحذائه ، بقوسه وسهامه ، بكل متعلقاته . يا لها من مادة للدراسة نادرة .

ماذا كان معه ؟ :

كان ما عثر عليه مع الجثة وحولها من ملابس ومهمات ثروة لا نظير لها للدراسات الأرشيولوجية . فبجانب سلة ظهر ، وعظمتى وعل ، وثمرة برقوق برى ، وثمرتين من فُطر أشجار البتولا ، وشبكة من حبال ذات ثقوب واسعة كانت تستخدم على الأغلب فى صيد الطيور ، وشرابة ذات خرزة بيضاء ناصعة من مرمر تستعمل كحلية ، بجانب هذا كان يحمل قوسًا لم يسبق العثور على مثيل له ، لم يكن تام الصنع ، فليس ثمة أثر للوتر عليه ، يبدو أن الرجل لم يجد الوقت ليكمله . كان القوس من خشب الطقسوس ، أفضل خشب لصناعة الأقواس منذ أيام ما قبل التاريخ . وكانت معه فأس هى الفأس الوحيدة من عصور ما قبل التاريخ التى حفظت كاملة : مقبض ونصل (نحاسى) وأربطة ، اختار الرجل لصناعته قطعة طويلة من جذع شجرة طقسوس يخرج منها

فرع قوى على زاوية قائمة . وكانت معه حاويتان من لحاء شجرة البتولا ، كان لون إحداهما من الداخل مسودًّا وبه بقايا فحم عالقة بأوراق المابل النرويجى يبدو أنها كانت تستخدم فى حمل الجمرات . وكان يحمل خنجرًا وغمدًا ، نصل الخنجر من الصوان ومقبضه من خشب الدردار ، وكان الغمد مجدولاً من ليف شجر الزيزفون بطريقة جعلت منه قطعة فنية رفيعة حقًّا .

وكان معه مِسَنٌّ لم يعثر على مثيل له أبدًا ، حتى لقد استدعى الأمر بعض الوقت حتى أمكن معرفة ماهيته ووظيفته ، واتضح أنه كان يستخدم في تشطيب الأدوات المصنوعة من الصوان وشحذ الحواف ، وهو يتألف من قطعة من خشب الزيزفون أوضحت أشعة إكس أنه قد دُفع داخلها بنتوء من قرن أيل . وكانت معه جعبة للأسهم مصنوعة من الجلد ومقواة بقضيب من خشب البندق ، تبرز منها نهايات أربعة عشر سهما ، منها اثنان قد تم صنعهما والباقى لم يكن قد تم الانتهاء منها ، إذ تنقصها السنون . كان يلف حول وسطه حزاما من الجلد له جيب جلدى يحمل ثلاث أدوات من الصوان ومثقاب من العظم وقطعة من مادة سريعة الالتهاب يبدو أنها كانت تستعمل « كولاعة » لإشعال النار .

كيف كان أوتسى ؟

لم يكن وجه أوتسى يحمل أية ملامح طفولية ، عمره عند الوفاة

إذن كان بالتأكيد يزيد على العشرين عاما . ثمة درجة عالية من تآكل الأسنان الناجم عن مضغ الطعام ، تشير إلى عمر يتراوح بين الخامسة والثلاثين والأربعين ..لكن ظروف الحياة ، ونوع الغذاء يؤثران كثيرًا فى مثل هذا التقدير – الأمر الذى جعل الباحثين يكتفون حتى الآن بالقول بأن عمره كان ما بين ٢٥ و ٤٠ عاما ، وإن كانت صور أشعة إكس تبين تآكلا فى العمود الفقرى وفى الركبتين ومفصلى الكاحلين ، تآكلا يرجح التقدير الأعلى . ويرجح هذا التقدير الأعلى أيضًا ما وجد من تصلب بشرايين منطقة قاع المخ .

عندما وصلت الجثة إلى معهد الطب الشرعى بإنسبروك كان طولها عبر الرجل اليسرى هو ١٥٣ سم ، وبعد أن استراحت الجثة أعيد القياس من قمة الرأس إلى الكعب فكان ١٥٩ سم . لكن غضاريف المفاصل والأقراص بين الفقرات تنكمش مع التجفيف بالتثليج ، الأمر الذى يقلل من الطول ،ثمة طرق أخرى تَستخدم طول العظام الطويلة فى التقدير بتطبيق معادلات خاصة – فليس من سبب يدعو لأن تصبح هذه العظام أقصر بسبب التجميد ، استخدمت معادلات سبعة من العلماء ، فكان متوسط الطول المقدر هو ١٦٠,٥ سم ، أطول قليلا من القياس المباشر كما هو متوقع ، كان طول أوتسى عند الوفاة ١٦٠ سم ، يزيد أو ينقص سنتيمترين .

كان رأس أوتسى عند العثور عليه أصلع ، وهذا أمر طبيعى مع الجثث المجففة بالتثليج ، وجدت خصلات من الشعر مع الجثة فى الملابس وعلى بعض المهمات : شعر من الرأس والجسم بل وحتى من اللحية . كان الشعر مموجًا ، لونه بنيًا غامقًا إلى أسود . ثمة خصلة كثيفة من الشعر وجدت على الحافة العليا من العباءة تحت الذقن والرقبة والكتفين ، الأغلب أن أوتسى كان ملتحيا . أجرى تحليل للمعادن النادرة على عينات الشعر ، واتضح أن تركيز الرصاص فيه أقل بكثير جدًّا مما يحمله شعرنا نحن الآن - الأمر الذى يؤكد أننا نعيش فى بيئة ملوثة حقًّا ، وأن أوتسى كان ينعم لا شك بهواء نقى وغذاء صحى نظيف .

أوضح تركيب الجلد أن نمو النسيج الدهنى تحت الجلد كان ضعيفًا جدًّا ، لم يكن الرجل يحمل عند وفاته جرامًا واحدًا زائدًا من الدهن فى جسمه ، لم تكن طريقة حياته تسمح بترسيب الدهن . على أن الفحص الهستولوجى قد بين انخفاضًا بالغًا فى الجهاز الدهنى بالجسم - الجهاز الذى يتألف من الدهن المخزون (تحت الجلد وبين الأحشاء) والدهن البنيوى الذى لا غنى عنه لأعضاء الجسم كى تؤدى وظائفها .أتراه كان يعانى من جوع شديد أم أن دهن الجسم قد تحلل بعد الموت ؟ .

لم تظهر لأوتسى ضروس العقل الأربعة ، كانت جميعها موجودة

بالفكين ، لكنها لم تظهر ، لكن هذا لا يعتبر شذوذًا ، فنسبة من لا تخرج لهم هذه الضروس تصل فى الإسكيمو مثلا إلى ٣١٪ - كانت الأسنان متآكلة ، وبها نسبة عالية من البلى ، وبلى الأسنان يمضى طول حياة الفرد ، ومنه يمكن تقدير عمره التقريبى ، لكن الغريب هو أن أسنان أوتسى كانت خالية تماما من التسوس الذى يصيب الآن نسبة تزيد على ٩٩٪ من الغربيين ، والذى ينشأ عن تحليل الميكروبات للكربوهيدرات فى الفم فتنتج أحماضًا حرة تذيب ميناء الأسنان والدنتين .

بينت صور أشعة إكس أن صدر أوتسى لا يحمل سوى أحد عشر زوجًا من الضلوع ، والطبيعى أن يوجد اثنا عشر ضلعًا ، وغياب الضلع الثانى عشر شذوذ نادر ، وإن كان عديم الأهمية من الناحية الفسيولوجية ، لكن خمسة من ضلوعه اليسرى (من الخامس حتى التاسع) كانت تحمل كسورًا ملتئمة التئامًا جيدًا ، ومثل هذه السلسلة من الكسور ، تحدث أساسًا لمن يواجهون خطر السقوط مثل السكارى والرياضيين ومتسلقى الجبال ، وعلى هذا فإن أوتسى لابد أن يكون قد تعرض لحادث من زمان طويل قبل موته كسرت فيه ضلوعه اليسرى هذه ، والضلوع المكسورة عادة ما تلتئم التئامًا جيدًا دون علاج فى ظرف ثلاثة أشهر ، إذا قيدت حركة الذراع .

غير أن الصورة تختلف بالنسبة للضلوع اليمنى ، فقد بينت أشعة إكس أن الضلوع الثالث والرابع والخامس كلها مكسورة ، وأنها ليست تماما فى موضعها الطبيعى ، ولم يكن ثمة ما يشير إلى التئام ، الأمر الذى يؤكد أن الكسور قد حدثت قبل الوفاة بفترة تتراوح ما بين أسبوعين وشهرين ، ومعنى هذا أن الرجل قبل الوفاة كان معوقًا ، وأنه على ما يبدو كان « يهرب إنقاذًا لحياته » وكان يحمل أسلحة غير تامة الصنع ، ولم يجد الوقت للانتهاء من صنعها . فإذا عدنا إلى وضعه عند الموت راقدًا على جانبه الأيسر ، فإن هذا سيكون الوضع الأكثر راحة بالنسبة للكسور فى ضلوعه اليمنى - أى أكثر راحة من النوم على الظهر أو البطن أو الجنب الأيمن .

من أين أتى ؟ :

كان أوتسى بلا شك ينتمى إلى مجتمع ما بقرية ما ،فأين كانت هذه القرية ؟ فى ذلك الزمان البعيد كان ثمة مستوطنتان هما الأقرب إلى هاوسلاب يوخ ، موقع الجثة ، واحدة فى وادى إنْ الأعلى ، والأخرى فى وادى ڤينوستا . كان وادى إنْ يبعد (فى عين الطائر) عن موقع الجثة نحو ٥٠ كيلومترا ، أما وادى ڤينوستا بجنوب التيرول فيبعد ٢٠ كيلومترا فقط - مسيرة بضع ساعات -

وهذا فى ذاته يرجح الموقع الأخير موطنًا أصليًا لأوتسى ، لكن الأمر يحتاج إلى دليل ، ولقد جاء الدليل بمقارنة خصائص الفأس والخنجر النحاسى ورؤوس الأسهم بنظائرها فى المرحلة الأولى من حضارة الريميليو ، فى وادى ڤينوستا . ثمة أدلة أخرى :فلقد كان أوتسى يتحرك ومعه ثروة من المادة النباتية ، كان الخشب واللحاء يدخلان فى صناعة أسلحته وأدواته ، وكانت عباءته من النباتات ، وكانت حاوية الجمرات تحمل حشائش وأوراق نباتات وإبر أشجار صنوبرية وفحما نباتيًا ، أما ملابسه والثلج من حول جثته فكانت تحمل حبوب لقاح الأشجار التى كان يستخدم خشبها أو لحاءها أو ثمارها : سبعة عشر نوعًا من الأشجار استخدمها فى صناعة فأسه ومقبض خنجره وكمادة للّصق وصناعة الحاويات والأسهم والوقود . كل هذه النباتات موجودة فى وادى ڤينوستا وعلى تدرجات المرتفعات من حوله ، والفحص النباتى يعضد التحليل الأرشيولوجى .

وفى أثناء فحص ملابس أوتسى ، عثر بالمصادفة على حبتين من حبوب الشعير كاملتين بأغلفتهما .لم تكن الحبتان فى الجعبة وإنما كانتا عالقتين بفراء ملابسه . كما عثر أيضًا فى المادة العازلة لحاوية الجمرات على بقايا عصافتين غير متفحمتين وشظية من سنبلة ،

بجانب شظايا من عصافات أحد أنواع الأقماح . كل هذا يشير إلى أن أوتسى كان على علاقة بمجتمع زراعى يزرع الحبوب : مجتمع قريته إذن . تحصد الحبوب فى أواخر الصيف وأوائل الخريف ، ثم تذرى وتخزن للشتاء ، وبقايا السنابل تقول : إن أوتسى كان بالقرية وقت الحصاد والتذرية ، فإذا افترضنا أنه كان يمكث فترات طويلة من الزمن فى الجبل بعيدًا عن قريته ، فلابد أنه كان عليه أن يعود إليها فى ذلك الوقت – مع غيره من القادرين على العمل – للمساهمة فى الحصاد والتذرية .

ماذا كانت مهنته ؟ :

كان أوتسى صيادًا ماهرًا ، تشهد بذلك الأسهم فى جعبته ، وما يبدو من محاولته إصلاح ما فسد منها بأسرع ما يمكن ، كما تشهد به تلك الشبكة التى كان يحملها ، والتى كان فى مقدوره أن يستخدمها فى صيد الطيور ، وكذا مقبض فأسه الغليظ كالهراوة والذى كان من الممكن أن يقتل به ضحية جريحة ، كما أن خنجره والمسن والشوكة التى كانت معه ، كلها أدوات تصلح لسلخ الضحية وتقسيمها وتنظيف جلدها وتقطيع لحمها إلى شرائح للتجفيف . إن ما كان معه من أدوات الصيد يقطع بأنه كان قد وطد نفسه على البقاء بالجبل لفترة طويلة .

كان أوتسى إذن صيادًا ، لكنه كان أيضًا راعيًا ينتمى إلى مجتمع

زراعى فى وادى فينوستا كما رأينا . ويبدو أنه كان قد عاد وقت الحصاد ومعه قطيع من الأغنام والماعز كان يرعاه فى الجبل أثناء الصيف .

متى مات ؟

كانت لأوراق شجرة المابل النرويجى التى عثر عليها مع الجثة أهمية خاصة ، كانت لاتزال خضراء وثبت من تحليل محتواها من الكلوروفيل أنها قُطفت طازجة ، وأنها كانت فى حجمها الناضج ، ومعنى هذا أنها قد قطفت فيما بين شهرى يونيو وسبتمبر ، أما ثمرة البرقوق البرى التى كانت معه فلابد أنها قد قطفت فى النصف الثانى من سبتمبر أو النصف الأول من أكتوبر ، الأغلب إذن أنه مات فى أواخر سبتمبر ، ولقد أكدت هذا أيضًا نتائج فحص ٢٢٢٢ حبة لقاح جمعت من حول جعبة السهام ، وصُنِّفَت حسب نوع الشجرة ، ووقت انتشار حبوب لقاحها ، ومدى وفرة حبوب لقاح كل نوع فى المجموعة .

سيناريو لأيام أوتسى الأخيرة :

قضى أوتسى ذلك الصيف إذن فى مراعى وادى أوتس على السفوح وفى المرتفعات ، ومعه قطيعه من الأغنام والماعز . وقبل

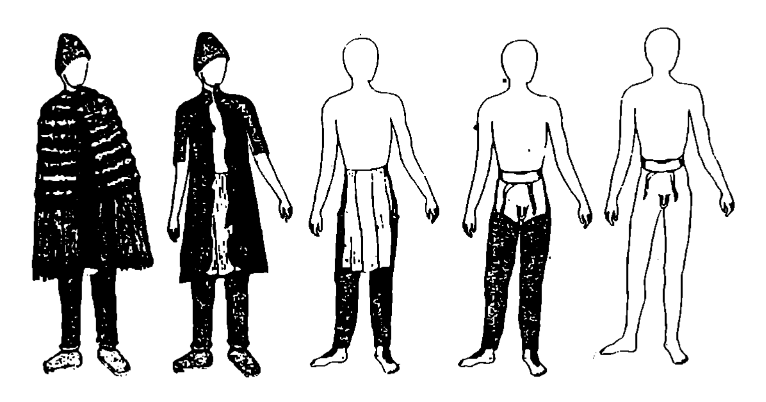
أن يبدأ الشتاء بثلوجه ، جمع قطيعه وعاد به إلى قريته فى وادى ڤينوستا ، فوصلها سالمًا مع بداية موسم الحصاد ، فساهم مع أهل القرية فى الحصاد والتذرية والتخزين ، ثم وقعت كارثة ، كارثة لا نستطيع أن نعرفها بالتحديد ، دار صراع عنيف هرب أوتسى على إثره إلى الجبل بعد أن كسرت ضلوعه اليمنى ، وفى لهفة الهروب السريع فقد بعض مهماته وفسد البعض الآخر ، وتعقبه المعتدون طويلا ، ولكنه كان خبيرًا بمسالك الجبل الذى فر إليه ، فتمكن من النفاذ بجلده . وليس أمامنا إلا أن نخمن ما حدث ، لكن ما حدث قد وقع بعد جمع المحصول ، بعد أن توفرت غنيمة تستحق أن تُسرق .

فى ذلك الزمان البعيد ، فى العصر الحجرى (النيوليثى) كانت القبائل تغير على غيرها بغرض السرقة ، فتقتل الرجال والنساء والأطفال (سوى الرضَّع منهم فتسرقهم لجلب دم جديد إلى القبيلة المعتدية) وتستولى على المحصول - ثمة واقعة موثقة تثبت ذلك وقعت فى تالهايم (بألمانيا) فى العصر النيوليثى ، إذا كان هذا هو ما حدث لقرية أوتسى ، فلم يكن أمام الرجل سوى أن يهرب وبأسرع ما يمكن ، ليقضى أيامه بلا زاد معه يكفيه . كان عليه أن يعتمد على ما يستطيع صيده من حيوان أو طير وما يستطيع جمعه من ثمار الغابة ، ولم يكن ثمة أمل فى عودة ، تحطمت

قريته وقتل أهله ، فاتجه إلى هاوسلاب يوخ ، فربما وجد ملجأ يحميه عبر سلسلة جبال الألب الرئيسية .

فى ذلك المساء فاجأته على ما يبدو عاصفة ثلجية أو ضباب مفاجئ ، وكان فى حالة إرهاق كامل ، فاتجه إلى أخدود يحميه من هذا الجو الردىء ، ورأى أن يقضى فيه ليلته ، ألقى بفأسه وقوسه وسلته ، ثم أكل آخر ما كان معه من طعام . قطعة جافة من لحم الوعل .أحس أثناء المضغ بشظيتين من العظم فى فمه فلفظهما ، لنجدهما بعد خمسة آلاف عام . الظلام يحل رويدًا .الثلج بالخارج يتساقط بلا انقطاع . الخروج الآن يعنى الموت ؟ البرد القارس يتخلل ملابسه . التعب يرهق أطرافه .جمع نفسه . كان يعرف أن النوم أيضًا يعنى الموت . حاول أن يخرج .تحرك إلى الأمام بضع خطوات . ألقى بجعبة السهام . واجهته الصخرة الشاهقة ..تعيق طريقه . عاد ثانية إلى الداخل . تعثر وسقط بثقله فوق الجلمود . أفلتت من يده الحاوية بما فيها من جمرات دافئة .سقط غطاء رأسه . الألم ينفذ إلى يمين صدره ويزداد . تغلبت حاجته إلى النوم على قوة إرادته . تحول لينام على جانبه الأيسر . وضع رأسه فوق الصخرة . فقد إحساسه ، وضع ذراعه اليسرى أمامه دون أن يدرى ومد ذراعه اليمنى لتتدلى إلى الأمام .

استراحت قدمه اليسرى فوق اليمنى . تجمدت ملابسه على الأرض الخشنة من تحته . لم يعد يدرك أنه يتجمد الآن . فلما جاء الصباح ، كان قد مات .



هكذا تصور العلماء ملابس أوتسى مستخدمين ما عثروا عليه من بقاياه

(أ) حزام ذو جيب مصنوع من جلد مدبوغ طوله متران تقريبا ، يلف حول الخصر مرتين .

(ب) رجْلان من الفراء يشبهان جوربا طويلا بلا قدم ، طول كل منهما ٦٥ سم ويستدقان إلى أسفل ، فى نهاية كل منهما لسان يُحْشَر فى الحذاء .

(جـ) قماشة الخصر ، تحشر تحت الحزام من أُعلى ثم تترك حرة ، وهى مصنوعة من الجلد الرقيق اللين وطولها يصل إلى ١٨٠ سم .

(د) غطاء للرأس من الفرو له رباط للذقن ، وحذاء من قطعة بيضاوية حوافها مرفوعة إلى أعلى ، تُرْبط بها شبكة من حبال تغطى ظهر القدم والكعب ، ليُملأ الحذاء بالعشب ، ثم رداء من قطع طولية من الفراء ، بُنِّية فسوداء على التوالى .

(هـ) عباءة من العشب المجدول ، طولها ٩٠ سم على الأقل ، لها ٧ أو ٨ جدائل عرضية ، كان طولها يصل إلى ركبتى الرجل .

٢

اللولب المزودج
قصة اكتشاف تركيب مادة الوراثة
كما رواها « جيمس واطسون »

لم يسبق أن أثار بحث بيولوجى من الضجة العلمية مثلما أثار بحث « جيمس واطسون وفرانسيس كريك » الذى نشراه عام ١٩٥٣ ، والذى وصف التركيب الجزيئى لمادة الوراثة : « الدّنا » لقد فتح هذا البحث الصغير – المؤلف من ٩٠٠ كلمة – آفاقًا لم يفكر فيها الإنسان قبلا ، بل لم يكن يحلم حتى بها ، لقد أشعل ثورة علمية يزداد تأجج نيرانها منذ ظهرت وحتى الآن ، ولن تهدأ هذه الثورة لقرن يأتى ، فلقد فتحت لنا الطريق بالهندسة الوراثية وغيرها كى نبحث حتى عن كنه الإنسان ذاته . ربما كان لنا حقًّا أن نقارن هذه الثورة العلمية بالثورة التى أُشعلها يومًا « تشارلس داروين » عندما نشر عام ١٨٥٩ كتابه « أُصل الأنواع » ، غير أن ثورة « واطسون وكريك » قد وجدت المناخ العلمى والتكنولوجى كى تتخذ مجراها سريعًا نحو التطبيق العلمى .

لقد بدأ التداخل بين علوم البيولوجيا وعلوم الفيزياء يؤتى أُكُله ، وحدة المعرفة ، الحلم الذى طالما راود عقول العلماء ، والذى تجلى من قبل عندما كتب « إرفين شرودنجر » الفيزيائى الألمانى العظيم ، كتابه الصغير « ما هى الحياة » عام ١٩٤٤ والحرب مازالت مشتعلة . والكتاب الذى نحن بصدد عرضه (اللولب المزدوج ، تأليف جيمس واطسون ، ١٩٦٨) لا يعرف له مثيل فى أدبيات العلوم ، فيه يحكى واطسون الأمريكى قصة كشفه الخطير بكل تفاصيله . يتحدث بصراحة غير مسبوقة عن العلماء كبشر : طموحاتهم ، آمالهم ، صراعاتهم الخفية ، نزواتهم ، أحزانهم إذ يخسرون جولة فيحتشدون للتالية ، أفراحهم عندما ينتصرون على منافسيهم ، بل وحياتهم الخاصة . كتاب تقرأ فيه جُمَلا من قبيل : « إنك لا يمكن أن تصبح عالما ناجحًا إذا لم تعرف أن عددًا كبيرًا جدًّا من العلماء ليسوا فقط بلداء ضيقى الأفق ، وإنما أيضًا جد أغبياء » ، ياله من سباق مجنون ، وهكذا كانت القصة حقًّا ، حتى ليكتبها « كريك » هو الآخر فيما بعد تحت هذا العنوان : سباق يشعرك بأن ثمة ثمرة كانت قد نضجت وكأنما تبحث عمن يقطفها . كان « واطسون » يدرك أن أول من يصل إلى حل التركيب الجزيئى لمادة الدَّنا سيحصل لا شك على جائزة نوبل . ولقد وصل إلى الحل مع كريك ، وحصلا على الجائزة ، وخلَّدا اسميهما . فى عصرنا هذا لم يعد العلم يُوالى فقط من أجل

إشباع فضول الإنسان وحبه للمعرفة ، وإنما أيضًا من أجل جائزة نوبل ، ثم من أجل التطبيق العلمى وبراءات الاختراع وما تدره من أموال ، لم يعد العالِم هو ذلك المتبتل فى المحراب ، العائش بعيدًا فى برج عاجى ينظر من عل .

موريس وروزى :

عندما كتب « شرودنجر » كتابه ، كان هناك اتفاق عام على أن الجينات – وحدات الوراثة – هى صور خاصة من جزيئات البروتين ، لكن عالم البكتريا « إيڤرى » بمعهد روكفلر أعلن فى ذلك الوقت نفسه تقريبًا أن الصفات الوراثية يمكن أن تنتقل من بكتيرة إلى أخرى عن طريق جزيئات من الحامض النووى الديوكسى ريبوزى (الدَّنا) والدَّنا موجود بكروموزومات كل الخلايا . ربما كانت الچينات جميعًا إذن مكونة من الدَّنا ، ومن ثم لن يأتى حل لغز الحياة بحل البروتينات ، وإنما بحل الدَّنا ، وكان العمل على الدَّنا بإنجلترا فى ذلك الوقت هو الدائرة الخاصة بالفيزيائى الأعزب « موريس ويلكنز » ، بكلية الملك فى لندن ، ومن ثم لم يحاول فرانسيس كريك – بمعمل كاڤنديش بكامبريدج – أن يتدخل فيه ، بل إن « موريس » نفسه كان يثبط همة « فرانسيس » باستمرار ، إذ لم يكن يُظهر الحماس الكافى للدَّنا ، وإنما كان يحكى عما تسببه مساعدته « روزاليند فرانكلين » له من متاعب .

لقد عيَّنها لحاجته إلى من يعاونه فى أبحاثه على انحراف الأشعة

السينية فى الدّنا ،لكنها اعتبرت الدّنا موضوعها الخاص ، ولم تعتبر نفسها مساعدة .لو أنها فقط وجهت بعض الاهتمام إلى ملابسها ، ولو أنها استعملت يومًا أحمر الشفاه ليتلاءم مع شعرها الأسود ، لو أنها تذكرت أنها أنثى ! كلا ، كانت متزمتة وهبت حياتها للعلم ، وكانت ذات طبيعة عدوانية ، ولم يستطع موريس المهذب أن يجد طريقة مهذبة لرفتها .

كان يعمل فى حمية فى دراسة الدّنا وقد وضع نصب عينيه لينوس بولنج فى كال تيك ، أكبر علماء الكيمياء الأمريكان .لاشك أن بولنج قد أدرك أهمية جزىء الدّنا ، وإلا فلماذا أرسل إلى موريس خطابًا يطلب نسخة من صور الأشعة السينية للدّنا المتبلر ؟ فيضطره إلى الرد قائلا إنه « يود لو تفحص بياناته قليلا قبل أن يرسل الصور » ! أصبحت مشكلة موريس هى روزى ، وأصبح من الصعب عليه أن يتجنب فكرة أن أفضل مكان تعمل فيه النساء هو معمل شخص آخر .

البطل يظهر على المسرح :

فى ربيع عام ١٩٥١ كان « جيمس واطسون » فى كوبنهاجن يدرس الكيمياء الحيوية مع « هيرمان كالكر » ، فى منحة دراسية بعد الدكتوراه ، كان اهتمامه بالدّنا قد ازداد بسبب رغبته فى دراسة ماهية الچين ، رغبة كانت معه منذ كان طالبًا بالجامعة .

وعندما أصبح طالبًا بالدراسات العليا بجامعة إنديانا ، كان يأمل أن يُحل سر الچين دون أن يضطر إلى دراسة الكيمياء . وقد نمت هذه الرغبة جزئيا عن الكسل ،فقد كان يكره الكيمياء والفيزياء ، ثم وجد أن الحل الأمثل لمشكلة جهله بالكيمياء هى الرحيل إلى خارج الولايات المتحدة ، دفعه إلى ذلك أستاذه الميكروبيولوجى « سلفادور لوريا » ، الذى كان يمقت كل الكيماويين ، كان لوريا يعمل على تكاثر فيروسات البكتريا « الفاچات » بعد أن بدأ الشك فى أن تكون شكلا من الچينات العادية ، وكان يرى أن الحل الحقيقى يتطلب فحص التركيب الكيماوى للفيروس الچين ، ولما كان لا يستطيع أن يدرس الكيمياء ، فقد رأى أن يشجع واطسون ، أول طلبته الجادين ، على التوجه إلى معمل أوربى . فى ذلك الوقت كانت تجربة إيڤرى قد أوحت بأن الدّنا هو مادة الوراثة . ربما كان تفسير التركيب الكيماوى للدّنا إذن هو الخطوة الرئيسية نحو معرفة طريقة تضاعف الچينات . كانت الحقائق الكيماوية عن الدّنا قليلة ، ولم يكن معروفًا سوى أن الأحماض النووية جزيئات عملاقة ، تُبنى من وحدات أصغر هى النوتيدات . كان كل من يعمل على الدّنا من علماء الكيمياء العضوية ممن لا يهتمون بعلم الوراثة . لم يقم واطسون فى معمل كالكر بأى عمل يمكن أن يقدم شيئًا عن ماهية الچين وكيفية تضاعفه ، كان عليه أولاً أن يصبح كيماويًا . سافر فى رحلة إلى

نابولى ليحضر اجتماعًا عن « تركيب الجزيئات البيولوجية العملاقة » . هناك نجده يقول : « كنت فى بعض الأحايين أحلم فى يقظتى باكتشافى سر الجين ، لكننى لم أصل أبدًا إلى أوهى فكرة محترمة » . فى هذا الاجتماع استمع إلى موريس ويلكنز وهو يعرض صورة للدَّنا مأخوذة باستعمال انحراف الأشعة السينية « وفجأة أثارتنى الكيمياء » وابتدأ يفكر فى الانضمام إلى ويلكنز . ثبتت صورة الدَّنا فى خياله . كان من المستحيل أن يبعد عن ذهنه مفتاحًا محتملا لسر الحياة .

لولب ألْفا :

فى طريق عودته مر بجنيف ليتحدث مع عالم الفاچات السويسرى « چين فاجيل » الذى كان قد عاد لتوه من « كال تيك » حيث استمع إلى محاضرة أعلن فيها « لينوس بولنج » عن آخر مبتكراته : لولب ألفا ، الذى يحل - جزئيا - تركيب البروتينات . كان « بولينج » يحاضر كما لو كان قد عمل طول عمره على المسرح ، وظل يخفى نموذج اللولب حتى قرب نهاية المحاضرة عندما كشف الستار بفخر عن آخر منجزاته .لم يكن ثمة مثيل للينوس ،كان يقفز إلى أعلى وإلى أسفل على المنصة ملوحا بيديه كما لو كان « حاويا » .لو أنه أظهر بعض التواضع ! وجد الحاضرون أن نموذج ألفا جميل حقًّا ، كان لينوس هو أول من اقترح نموذجًا

صحيحًا عن تركيب جزىء بيولوجى عملاق .لكن ، أفلا تصلح طريقته هذه للتطبيق على الدّنا ؟ .

عاد « واطسون » إلى كوبنهاجن ، وفى لهفة قرأ بحث « لينوس » عن لولب ألفا ، ثم أعاد قراءته . كان البحث أعلى من مستواه .عليه أن يدرس انكسار الأشعة السينية فى الجزيئات العملاقة .ليس غير كامبريدج . كتب إلى « لوريا » ليزكيه ،فوجد له مكانا هناك .

الوصول إلى كامبريدج :

وفى ذات يوم من أيام الخريف لعام ١٩٥١ وصل الشاب جيمس واطسون إلى معمل كافنديش بجامعة كامبريدج . كان قد بلغ الثالثة والعشرين . دخل بعد الغداء إلى مكتب « ماكس بيروتس » – وهذا كيميائى نمساوى الأصل يعمل على انكسار الأشعة السينية فى بلورات بروتين الهيموجلوبين ، يعاونه فى ذلك السير لورانس براج مدير المعمل وحامل جائزة نوبل وأحد مؤسسى علم البلوريات . قابله السير لورانس العجوز ورحب به ،كان فى وضع المتقاعد . كيف له أن يهتم بالچينات ! ؟ عاد واطسون إلى كوبنهاجن وجمع حاجياته ورجع . استأجر شقة لم يمكث بها أكثر من شهر ، فقد طردته صاحبة المنزل لأنه لا يخلع حذاءه عندما يدخل البيت بعد التاسعة مساءً ، الساعة التى يأوى فيها

زوجها إلى فراشه ، كما أنه كثيرًا ما كان ينسى تعليماتها بعدم شد السيفون بعد هذه الساعة . عرض عليه زميله جون كندريو حجرة صغيرة بمنزله – حجرة رطبة ، بشكل غير معقول . قَبِل العرض ، بالرغم من أنه كان يبدو « دعوة مفتوحة للإصابة بمرض السل » ! ، ثم اكتشف بعد فترة قصيرة فى المعمل جمال الحديث مع فرانسيس كريك .

فرانسيس :

لم يكن فرانسيس كريك متواضعًا لا سمح الله ، هكذا يقول واطسون « ربما كان كذلك فى صحبة آخرين ، ولكننى لم أشهد هذا يوما فأحكى عنه » ! كان فى الخامسة والثلاثين عندما وصل واطسون معمل كاڤنديش . كان مغمورًا تمامًا ، ذا صوت جهورى ، يتكلم بشكل أسرع وبصوت أعلى من أى شخص . فإذا ما ضحك ضج المعمل بأصداء ضحكاته . كانتِ مناقشاته تزعج السير لورانس ، وكان صوته سببًا كافيًا لأن يترك براج المكان إلى حيث يجد الهدوء ، كان فرانسيس ينجذب إلى كل ما هو مهم ، فيشاكس زملاءه ويقترح عليهم على الفور تجارب يثبت بها آراءه . ولم يكن يتورع عن أن يحكى أن فكرته الذكية ستدفع العلم إلى الأمام . ونتيجة لذلك

فقد كان ثمة خوف مكتوم منه ، يخافه الأصدقاء الذين قد ينجح فى أن يفضح للعالم عقولهم المشوشة « التى تتخفى تحت السلوك المتحذلق الحذر لكليات جامعة كامبريدج » .

النوتيدات :

لم يكن هناك عقبات تمنع واطسون من أن يتحدث مع فرانسيس بضع ساعات كل يوم . علم منه بسرعة أن نجاح بولنج إنما يكمن فى اعتماده على القوانين البسيطة للكيمياء التركيبية . لم يكتشف لولب ألفا بالتحديق فى صور الأشعة السينية ، إنما بالسؤال عن أى الذرات تحب أن توجد متجاورة . كانت أداة عمله الرئيسية هى مجموعة من النماذج تشبه لعب الأطفال . لماذا إذن لا يُحَلّ الدّنا بنفس الطريقة ؟ ما عليه إلا أن يصنع مجموعة من النماذج الجزيئية ثم يجلس يلعب بها حتى الحل ! .

صحيح أن لولب الدّنا لابد أن يكون أكثر تعقيدًا من لولب ألفا ، فهذا الأخير هو مجرد سلسلة من الأحماض الأمينية تنثنى فى تنظيم لولبى متماسك عن طريق روابط هيدروجينية . أما محيط جزىء الدّنا فهو أسمك من أن يكون سلسلة واحدة من النوتيدات ، لابد أنه مكون من عدد من مثل هذه السلاسل .

يتألف جزىء الدّنا من أربعة أنواع من النوتيدات هى الأدنين

والجوانين ، والسيتوزين والثايمين ، هو ليس جزيئًا منتظما ، إنما هو جزيء شديد التعقيد ، لم تكن النوتيدات مختلفة تماما ، فكل منها يحتوى على نفس المكونات السكرية الفوسفاتية ، إنما يكمن تمايزها فى قواعد النتروجين التى يحتويها كل منها ، فهذه قد تكون بيورين « أدنين أو جوانين » أو بيريميدين « سيتوزين أو ثايمين » . ولما كانت الروابط بين النوتيدات تشمل فقط مجاميع السكر والفوسفات ، فمن الممكن الفرض بأن الركيزة السكر فوسفاتية منتظمة تماما ، أما ترتيب القواعد فسيكون بالضرورة شديد التعقيد – آه لو كان للدّنا ، مثل لولب ألفا ، تركيب لولبى ، آه لو تمكن واطسون وكريك من صور الأشعة السينية الموجودة لدى موريس ويلكنز أو روزى .

لم يجد فرانسيس صعوبة فى إقناع موريس بزيارة كامبريدج ، ولم يكن من الصعب إقناعه لما أتى بأن للدّنا تركيبًا لولبيًا ، فلقد توصل وحده إلى ذلك بتفحص ما لديه من صور انكسار الأشعة السينية للدّنا ، كان يتوقع أن يكون للدّنا تركيب من ثلاث سلاسل . لكنه لم يكن يثق فى إمكان الوصول إلى حل باستخدام لعبة بولنج فى بناء النماذج . ثم أخذ يحكى عن مضايقات روزى له ، وكيف أنها ترفض الآن حتى أن تطلعه على نتائجها الجديدة ، وكيف أنه لن يتمكن من معرفة نتائجها إلا بالاستماع إلى محاضرتها التى ستلقيها بعد أسابيع ثلاثة . ثم إنه قد رحب بواطسون إن

رأى أن يستمع إلى المحاضرة . وانهمك واطسون من ثم يدرس بعض البلوريات حتى يستطيع أن يفهم ما ستقوله الآنسة .

خناقة من السير لورانس :

فقد فرانسيس لفترة اهتمامه بالدَّنا بسبب خناقة حامية الوطيس مع السير لورانس ، كان بيروتس قد أعطاه بحثًا له مع السير لورانس يعالج شكل جزئ الهيموجلوبين ، لاحظ فرانسيس أن جزءًا من المناقشة يعتمد على فكرة له كان قد طرحها وأذاعها على الجميع منذ نحو تسعة أشهر ، ورغم ذلك فلم يكن بالبحث ثمة شكر له . أسرع إلى مكتب السير لورانس يطلب توضيحًا ، إن لم يكن اعتذارًا . أنكر الأستاذ أن تكون له أية معرفة بفكرة فرانسيس ، وأحس بالإهانة البالغة من التضمين بالاحتيال وانتحال أفكار الآخرين . لم يصدقه فرانسيس ، وقال له ما يعنى ذلك . قال له براج فى غضب وهو يصرفه من مكتبه : إنه سينظر جديًا فى أمر السماح له بالاستمرار فى العمل فى كاڤنديش بعد الانتهاء من الدكتوراه . أسرع الزملاء بالتوسط لدى الأستاذ ، وبعد أن هدأ وضع على الرف مؤقتًا فكرة رحيل كريك . قال إن كريك يسبب له طنينًا فى أذنيه ، لقد أمضى خمسة وثلاثين عامًا لا ينقطع له حديث ، ورغم ذلك فلم ينتج عنه شىء ذو قيمة .

أول نجاح لفرانسيس :

بعد أيام قليلة من المشادة مع براج ، وصل إلى المعمل بحث لعالم البلوريات « ث . ڤاند » به نظرية عن كسر الجزيئات اللولبية للأشعة السينية . كانت اللوالب آنئذ مركز اهتمام المعمل . اكتشف فرانسيس على الفور عيبًا جسيما في محاولة ڤاند وانشغل على الفور يضع نظرية صحيحة . ظل فرانسيس بقية الصباح صامتًا ، وقد غرق حتى أذنيه فى المعادلات الرياضية ، ثم توقف بعد الغداء عن العمل ليصطحب أوديل - زوجته الفرنسية - إلى حفل لتذوق النبيذ ، وجده مملا . عاد فى صبيحة اليوم التالى ومعه الحل ، ومثله أيضًا توصل بيل كوكران إلى نفس الحل إن يكن بطريقة أبسط . ثم إنهما قاما بمراجعة لولب ألفا بالفحص النظرى لرسوم الأشعة السينية ، وكان التوافق من الجمال ليؤكد ضرورة أن تكون نظريتهما ونموذج لينوس صحيحين . وفى ظرف بضعة أيام كانا قد أعدا بحثا محترمًا أرسل إلى مجلة « نيتشر » ، وصورة منه إلى لينوس . كان هذا البحث هو أول نجاح أكيد لفرانسيس .

محاضرة روزى :

فى الوقت المنتظر لحديث روزى كان واطسون قد درس فى علم البلوريات ما يكفى لتتبع محاضرتها . كان يريد أن يفهم ما إذا

كانت صور الأشعة السينية الجديدة التى ستعرضها تعضد التركيب اللولبى أم لا . جلس فى قاعة المحاضرات يستمع إليها وهو يتخيل كيف ستبدو لو أنها خلعت نظارتها واهتمت قليلا بشعرها ، كانت هى واثقة تماماً من أن علم البلوريات هو الوسيلة الوحيدة لفهم تركيب الدِّنا . لم تكن تهتم إطلاقًا بنماذج لعب الأطفال التى يلعب بها بولينج ، فمن الممكن فقط لعبقرى كبولنج أن يلعب كصبى فى العاشرة ثم يصل بالرغم من ذلك إلى الحل الصحيح .

بعد المحاضرة اصطحب موريس ويلكنز واطسون إلى المطعم ليؤكد له أن التقدم الذى أحرزته روزى كان محدودًا ، وإن كانت صور الأشعة السينية التى عرضتها أفضل مما لديه .

فى الطريق إلى أكسفورد :

فى صبيحة اليوم التالى كان واطسون مع كريك فى القطار متجهين إلى أكسفورد لمقابلة دوروثى هودجيكين – أفضل العلماء الإنجليز فى علم البلوريات . كان فرانسيس يريد أن يتباهى أمامها بنجاحه مع بيل كوكران فى وضع نظرية الانكسار اللولبى . سأل فرانسيس واطسون عن محاضرة روزى فلم يتذكر إلا القليل ، لقد كان الشخص غير المناسب لسماع روزى . لكن البعض من هذا

القليل قد أشار عند فرانسيس إلى أن النتائج تتمشى ظاهريا مع سلسلتين أو ثلاث أو أربع . كانت القضية كلها تتركز فى الزاوية ونصف القطر عند التواء سلاسل الدّنا حول المحور المركزى . قررا إذن الاهتمام بالنماذج التى تكون فيها الركيزة السكر فوسفاتية فى مركز الجزئ . فهى وحدها الملائمة للتركيب الذى يعطى الانكسار البلورى الذى لاحظه موريس وروزى ، لكن ما الذى يعادل الشحنة السالبة لمجاميع الفوسفات فى ركيزة الدّنا ؟ ليس فى العالم من هو أفضل من لينوس بولنج فى فهم ترتيب الأيونات غير العضوية فى الأبعاد الثلاثة . نزلا من القطار ليتجها على الفور إلى مكتبة . واشتريا كتاب بولنج « طبيعة الروابط الكيماوية » . لم يكن للقاء دوروثى أهمية تذكر .

نموذج السلاسل الثلاث :

اكتشفا عند عودتهما إلى كافنديش أن النماذج الجزيئية ليست مرضية تماما . سيستغرق الأمر أسبوعًا لبناء نماذج جديدة . هناك إمكانية للوصول إلى حل فى ظرف يوم أو نحوه . ابتدأ واطسون يضيف قطعًا من الأسلاك النحاسية إلى بعض نماذج ذرات الكربون ليحيلها إلى ذرات فوسفور كبيرة الحجم . ثم رأى فرانسيس أن المشكلة قد تحل بمجرد التركيز على أفضل الطرق لطى النوتيدات . تركه واطسون وانهمك فى تجميع نماذج السلاسل ، كلّ من

بضع نوتيدات . وعلى الغداء ، نَحَّيا فكرة لولب وحيد السلسلة فهو لا يتوافق مع البراهين الجديدة . وبعد محاولات طويلة توصلا إلى نموذج من ثلاث سلاسل تلتوى حول بعضها بطريقة ينتج عنها تكرار بلورى كل ٢٨ أنجستروم على طول محور اللولب ، وهذا أمر تتطلبه صور موريس وروزى ، انتهى العمل فى النموذج صباح اليوم التالى . كانت الخطوة المنطقية التالية هى مراجعة النموذج على مقاييس روزى الكمية . بسرعة اتصل فرانسيس بموريس تليفونيا وأخبره أنه قد توصل إلى حل ، وأنه يود لو جاء ليراه . قرر موريس أن يصل فى اليوم التالى ليرى النموذج وسيصطحب معه روزى وأحد طلبتها . وصل الضيوف وتفحصوا النموذج ، كان ما تذكره واطسون من محاضرة روزى عن المحتوى المائى لعيناتها خاطئًا . لابد أن يحتوى النموذج الصحيح للدَّنا على عشرة أضعاف كمية الماء الموجودة فى النموذج المعروض . النموذج لا يصلح . لابد أن يبدأ من جديد .

سمع السير لورانس بما حدث ، فأصدر قرارًا بأن يتوقف كل من واطسون وكريك عن العمل فى أبحاث الدَّنا ، لا يعقل أن يظل مسئولا عن التهريج المشين لعبقرى فاشل ، غير أن أحدًا لم يحاول تنفيذ القرار .

فيروس الطباق الموزايكى :

عليهما أن يبدآ من جديد ، النموذج الذى توضع فيه الركيزة

السكر فوسفاتية فى قلب اللولب سيدفع بالذرات لتصبح أقرب إلى بعضها مما تسمح به قوانين الكيمياء . انهمك واطسون فى التدريب على استخدام كاميرا الأشعة السينية . إن الأمر سيتطلب بضعة شهور قبل أن يتمكن من تمييز اللولب . بدأ العمل على فيروس الطباق الموزايكى . لم يتصور أحد أنه سيتمكن ذات ليلة من الحصول على أشكال أشعة سينية تثبت أن الحامض النووى لهذا الفيروس لولبى ! صباح اليوم التالى كان جالسًا فى انتظار فرانسيس ، لم يتطلب الأمر منه أكثر من عشر ثوانٍ ليكتشف هذه الحقيقة .

قانون شارجاف :

أصبح الوقت مواتيًا للتفكير فى التناسقات المثيرة فى كيمياء الدَّنا التى اكتشفها إرفين شارجاف فى جامعة كولومبيا . كان شارجاف قد اكتشف أن عدد جزيئات الأدنين فى كل تحضيرات الدَّنا يماثل عدد جزيئات الثايمين ، كما أن عدد جزيئات الجوانين يعادل عدد جزيئات السيتوزين . كانت نسبة الأدنين – ثايمين تختلف باختلاف الكائن الحى ، بعضها تزيد فيه هذه النسبة وبعضها تزيد فيه نسبة الجوانين – سيتوزين . نبه واطسون كريك إلى هذه الحقيقة فلم تثر اهتمامه ، ثم لمع فى ذهنه الشك فى أن التناسقات قد تكون مهمة .

النسخ الذاتى للجين :

القانون البيولوجى المضبوط : هو قدرة الجين على أن يعطى نسخة منه طبق الأصل عند تضاعف الكروموزومات أثناء انقسام الخلية . إن التضاعف يحتاج إلى إنتاج صورة مكملة « نيجاتيف » تعمل لتمثيل صورة جديدة أصلية . كان فرانسيس يشعر أن تضاعف الدَّنا يشمل قوى جذب معينة تحدث بين الأوجه المسطحة للقواعد . واتضح من جدله مع المتخصصين أن الأدنين يمكن أن يلتصق بالثايمين عن طريق أوجههما المسطحة . وسيحدث نفس الشىء أيضًا بالنسبة للقاعدتين : الجوانين والسيتوزين .

هذان هما زوجا القواعد التى لاحظ شارجاف وجود فردىْ كلٍّ منهما بكميات متساوية . لم يعد هناك سبب لاستبعاد فكره أن أصل التناسقات التى لاحظها شارجاف تكمن فى الشفرة الوراثية . لابد أن بعض مجاميع النوتيدات تدل على أحماض أمينية معينة . تَسَاوِى الأدنين والثايمين كان بسبب دور لم يكتشف بعد لترتيب القواعد .

تسلط على ذهن فرانسيس شعور بأن فى قواعد شارجاف يكمن المفتاح الصحيح ، فحاول أن يثبت تجريبيًا وجود قوى تجاذب

فى المحاليل المائية بين الأدنين والثايمين ، وبين الجوانين والسيتوزين ، لكن جهوده لم تسفر عن شيء .

خطاب من بولنج :

كان بيتر بولنج ، ابن لينوس بولنج ، يدرس فى كافنديش فى ذلك الوقت . تلكأ ذات يوم فى منتصف ديسمبر ووضع قدميه فوق المنضدة ، وأخبر واطسون كريك أن خطابًا قد وصله من والده يخبره فيه أنه قد توصل إلى تركيب الدَّنا . ياالله ! والتفاصيل ؟ليس ثمة تفاصيل بعد . أخذ فرانسيس يمرر الخطاب إلى واطسون ليقرأه ثم يعيده ثانية . حلت الكارثة .ستُهان المعامل الإنجليزية مرة أخرى على يد الأمريكان . سيسرق بولنج جائزة نوبل منهما ، لكنْ - ألا يمكن أن يكون لينوس خاطئًا ؟ .

وحل عيد الكريسماس ، ولم ترد أنباء جديدة ، ارتفعت معنويات واطسون وكريك . لو أنه قد توصل إلى الحل لملأ الدنيا كعادته ضجيجًا ، لكنْ كيف يستطيع بولنج أن يصل إلى الحل وهو يجهل تماما ما تم فى لندن ؟ وحتى لو كان قد اقترب من التركيب الصحيح فالأغلب أنه لن يقترب من سر تضاعف الجين ، ومرت عطلة الكريسماس ، وبَحَثَ واطسون عن بيتر بولنج يسأله عن الأخبار . لا شيء . لقد كتب والده بحثًا عن تركيب الدَّنا ، وسيرسل منه نسخة إلى بيتر قريبًا .

وفى الأسبوع الأول من فبراير وصلت نسخة من البحث إلى السير لورانس وأخرى إلى بيتر سلمها إلى واطسون وكريك . كان النموذج لولبًا ذا ثلاث سلاسل تقع فى مركزه الركيزة السكرفوسفاتية . النموذج لا يشبه إلا المحاولة المجهضة لهما فى العام السابق . النموذج لا شك خاطئ ، مجموعات الفوسفات فيه ليست متأينة ، الحامض النووى ليس حامضًا ، السلاسل بشكلها الموجود فى النموذج ستنفصل مباشرة ويتلاشى التركيب .

أمعقول هذا ؟ لقد نسى العملاق مبادئ الكيمياء ،لكنه لن يتوقف الآن بعد أن يعرف الخطأ ، لابد أنه سيعمل ليل نهار حتى يصل إلى التركيب الصحيح ، وفى المساء توجه فرانسيس وواطسون إلى مطعم يشربان معًا فى صحة فشل بولنج . لم يحصل بولنج بعد على جائزة نوبل .عليهما أن يسرعا فى العمل .

أسرع واطسون إلى موريس فى لندن يخبره بأن نموذج بولنج للدَّنا خاطئ . أكد له موريس أنه يظن أن اللولب حقيقة ، لكن المشكلة تكمن فى عدم وجود أية نظرية بنيوية تسمح بتعبئة القواعد بشكل منتظم داخل اللولب ، الأمر الذى يعنى بالطبع صحة فرض روزى بأن القواعد لابد أن تكون فى مركز اللولب وأن تكون الركيزة خارجه .

وفى القطار أثناء العودة قرر واطسون أن يبدأ فى بناء نماذج

ذات سلسلتين . العناصر البيولوجية لا توجد إلا فى أزواج . أليس كذلك ؟

وفى اليوم التالى أخبر واطسون السير لورانس بكبوة بولنج ، فابتهج كثيرًا ولم يعترض على أن يقوم المعمل ببناء النماذج للقواعد الأربع .وفى حديثه فيما بعد مع فرانسيس أكد واطسون على ضرورة أن تكون القواعد معبأة فوق بعضها فى وضع عمودى على ركيزة اللولب .

بعد أيام ثلاثة كان الميكانيكيون وقد جهزوا ذرات الفوسفور المطلوبة ، وحاول واطسون أن يبنى نموذجًا ذا سلسلتين مع ركيزة فى القلب . لم يكن النموذج مرضيًا .بدأ فى اليوم التالى فى تجريب نماذج ذات ركائز خارجية .الموضوع لا يزال صعبًا .

الشبيه مع الشبيه :

ولم تظهر فكرة معقولة إلا فى منتصف الأسبوع التالى ، عندما أدرك واطسون التضمينات الرائعة لتركيب للدّنا يكوِّن فيه الأدنين روابط هيدروجينية تشبه الموجودة فى بلورات الأدنين النقى . ألا يجوز وجود إنزيم متخصص للأدنين (وأيضًا للقواعد الثلاث الأخرى) يتسبب فى وجود الأدنين دائما فى مواجهة أدنين آخر على شرائط اللولب ؟ لو أن هذا كان هو تركيب الدّنا ،فإن وجود

سلسلتين مجدولتين سويًا لهما تتابع قواعد متماثل لن يكون مجرد صدفة ، وإنما سيشير إلى أن إحدى السلسلتين كانت هى القالب الذى مُثِّلتْ عليه الأخرى . تحت هذا النظام تُنسخ الجينات بانفصال السلسلتين المتطابقتين ليُمثل عليهما شريطان جديدان ، فينشأ جزيئان من الدَّنا مطابقان للجزئ الأصلى . فكرة رائعة . تركيب ينسخ ذاته . هل يمكن أن تكون مثل هذه الفكرة الجميلة خاطئة ؟ .

لكنها رغم ذلك تمزقت إلى شظايا ظهر اليوم التالى عندما أكد جيرى دوناهيو عالم البلوريات أن الفكرة لا تصلح بسبب خطأ فى تحديد أشكال القواعد . حاول واطسون بعدئذ مع فرانسيس أن ينفذ فكرة الشبيه مع الشبيه ، لكن الأخير أكد أن هذا التركيب لا يتفق مع النتائج البلورية ، ثم إنه لا يعلل قواعد شارجاف القائلة إن الأدنين = الثايمين وإن الجوانين = السيتوزين .

الوصول إلى الحل :

كان المكتب خاليًا عندما وصل واطسون صباح اليوم التالى ، بسرعة أخذ يحرك القواعد إلى الداخل وإلى الخارج فى كل الأشكال الزوجية المحتملة . فجأة لاحظ أن زوج الأدنين - ثايمين ، الذى تربطه رابطتان هيدروجينيتان ، يماثل فى الشكل زوج الجوانين -

سيتوزين . بدا أن الروابط تنشأ طبيعيا .إن متطلبات الربط الهيدروجينى تشير إلى أن الأدنين سيزدوج دائما مع الثايمين فقط ، بينما للجواين أن يزدوج فقط مع السيتوزين .فجأة ظهرت قواعد شارجاف كنتيجة لتركيب لولب الدِّنا المزدوج . ثم إن هذا النموذج يشير على الفور إلى نظام تضاعف مقنع تماما ، فهو يعنى أن تتابع القواعد فى السلسلتين المجدولتين سويًا مكمل لبعضه ، فإذا أُعطينا تتابع سلسلة تَحَدَّد التتابع فى الأخرى أوتوماتيكيا . يمكننا إذن أن نتصور سلسلة مفردة تعمل كقالب تُمثَّل عليه سلسلة أخرى ذات تتابع مكمل .

عندما دخل كريك واستمع إلى واطسون وتفحص النموذج جيدًا ، وافق عليه ، وأضاف أن النموذج يقول : إن ركيزة أى من السلسلتين لابد أن تجرى فى اتجاه مضاد لرفيقتها .فى مساء ذلك اليوم أعلن فرانسيس بكل فخر أنهما قد توصلا إلى « سر الحياة » ! إن تركيبًا له مثل هذا الجمال لابد أن يوجد . وصل بولنج إلى كامبريدج وهو فى طريقه إلى بروكسل .ألقى نظرة على النموذج ، وفى كياسة قال رأيه : نعم ، لقد توصل معمل كافنديش إلى الحل .

كتب واطسون وكريك البحث وأرسلاه لينشر فى مجلة

« نيتشر » يوم الثلاثاء ٢ أبريل سنة ١٩٥٣ ، وكان واطسون قد بلغ الخامسة والعشرين من العمر ، وفى عام ١٩٦٢ أى فى الرابع والثلاثين من عمره ، حصل ومعه كريك وموريس على جائزة نوبل ، ثم كان لعلوم البيولوجيا جميعًا أن تتحول إلى طريق جديد واسع .

٣

التكنولوجيا الحيوية

ما زلت أذكر يوما تفصد فيه العرق من جبينى ، واهتز جسدى وانتفضت ، وصرخت بأعلى صوتى .. حرام ، حرام ! كنت أشهد على شاشة التلفزيون أطفالا أفارقة تحولوا بفعل الجوع إلى هياكل عظمية ، هياكل حقيقية ، وكانت عيونهم تنظر إلى ، إلى أنا شخصيا ، وكأنما تقول فى خضوع ومذلة : « لقمة يا سيدى ألسنا إخوتك فى البشرية » ؟ من المنزل خرجت يومها كما يقولون لا ألوى على شىء ، وكأنما كنت أنا السبب . سرت يومها طويلا طويلا ، والحزن كما يقول عبد الصبور يفترش طريقى ، وعاد إلى ذاكرتى قول الشاعر وليام بليك :

في كل ليلـة وفى كل صبـــاح
يولـــد البعـــض للشقـــاء
فى كل صبـــاح وفى كل ليلـة
يولــد البعض للبهجة العذبـــة
يولـد البعـــض للبهجـة العـذبة
يولد البعض لليل طويل بلا نهاية !

يقول العلماء : إن العالم قد أصبح قرية صغيرة ، أحالته ثورة المعلومات والاتصالات إلى قرية صغيرة . فهل يترك أهل القرية جيرانهم يموتون جوعًا ؟ هل يتركونهم لكل هذا الشقاء ، ولذلك الليل الطويل الذى لا ينتهى إلا بالموت ؟ كنت إن طال جوعى أقول إننى قد « مت من الجوع » ولم أكن أدرى أن هناك من البشر من يموت جوعًا بالمعنى الحرفى ، يا لها من قرية صغيرة ظالمة .

ثمة أمل كان ولايزال ينبض بين ضلوعى ، هو أن يقوم العلم بدوره الحقيقى فى إنقاذ أرواح ملايين البشر ، أوليست هذه هى مهمته الحقيقية ؟ نتزايد نحن البشر كثيرًا ، ولا يتزايد معنا بالنسبة نفسها إنتاج الأرض من الغذاء . تتزايد أعداد من يولد لليل الطويل . احتلت ثورة التقانة الحيوية (البيوتكنولوجيا) كل تفكيرى ذلك اليوم ، ففيها خلاص البشر . تأكدت يومها أن أهم العلوم فى عصرنا هو ذلك الذى يوفر الغذاء والدواء قبل المتعة ، وقبل السرعة ! الأمل يتركز فى البيوتكنولوجيا وما ترتكز عليه من علوم . تُرَى ما الذى يمكن أن تقدمه هذه البيوتكنولوجيا التى يقولون إنها ستمس حياة كل دولة وكل مؤسسة وكل فرد ؟

بدأت الحضارة والانفجار السكانى بابتكار الزراعة واستقرار الإنسان . كان ذلك منذ نحو عشرة آلاف عام فى منطقة الهلال

الخصيب . ومن عجب أن الزراعة قد بدأت بالبيوتكنولوجيا ، وإن تكن بيوتكنولوجيا طبيعية ! كان ثمة قمح برى يثمر حبوبًا خفيفة الوزن تنتشر وتطير بالريح . وكان ثمة حشيشة أخرى برية تسمى حشيشة شعير إبليس تعيش معها . لكل من هذين النباتين أربعة عشر كروموزوما . ثم حدث أن تم تهجين بينهما لينتج نبات يحمل الطاقمين الوراثيين جميعا ، الثمانية وعشرين كروموزوما . كان النبات الهجين هو نبات الحنطة النشوية ، وكان للغرابة خصبا . كانت بذوره اثقل بعض الشيء ، إن يكن هو الآخر يعتمد على الريح فى الانتشار . ثم كان أن حدث التهجين بين هذه الحنطة النشوية وبين نوع آخر من حشيشة إبليس ، فنتج نبات قمح الخبز الذى يحمل ٤٢ كروموزوما ، وكان هو الآخر خصبا . كان هذا الهجين الآخير أكبر حجما ، وكانت حبوبه ثقيلة تسقط تحت النبات لا تطير مع الريح . كان يحتاج الإنسان لزراعته . وكان يوفر له غذاء يمكن تخزينه .

الزراعة نشأت إذن عن عملية بيوتكنولوجية ، عملية تهجين بين جنسين ، تشبه تهجين البطاطس بالطماطم لإنتاج نبات البطاطم ، الذى يرجى أن يطرح ثمار الطماطم فوق الأرض ودرنات البطاطس تحتها ، وتشبه تهجين نبات الأرز بنبات البوص (الغاب البلدى) الذى تقوم به الآن كلية الزراعة فى جامعة

القاهرة ، بغية إنتاج نبات يؤمل أن نتمكن من زراعته في المياه المالحة وبحيرات شمال الدلتا . البيوتكنولوجيا فى واقع الأمر فى جوهرها قديمة تقوم بها الطبيعة من زمان . حتى الهندسة الوراثية نفسها (وهى إحدى تقنيات البيوتكنولوجيا) تتم أيضا فى الطبيعة دون تدخل الإنسان ، والهندسة الوراثية - كما نعلم - هى تقنية نقل مادة وراثية من كائن حى ، وإيلاجها فى المادة الوراثية لآخر لا يمت له بصلة . إننا نعرف بكتريا تولج مادتها الوراثية فى الجهاز الوراثى بخلايا النبات الذى تدخله فتنقسم هذه الخلايا وتتكاثر ومعها المادة الوراثية البكتيرية ، ليست غريبة عن الحياة إذن هذه البيوتكنولوجيا . كل الجديد هو أننا قمنا بعد أن اكتشفناها وصككنا لها اسمًا بتطويرها ، تطويرًا نلهث فى الحق وراءه ، كى نستخدمها لسد الحاجات المتزايدة للإنسان من الغذاء والدواء .

ما التقانة الحيوية :

البيوتكنولوجيا (أو التقانة الحيوية أو التكنولوجيا الحيوية) : هى فى الأصل استخدام الكائنات الحية الدقيقة فى إنتاج مواد يحتاجها الإنسان (غذاء - شراب - دواء - إلخ) ، وهى بذلك تعنى أن البابليين والسومريين وقدماء المصريين كانوا يستخدمونها ، إذ يصنعون البيرة أو النبيذ أو يخمرون العجين ، واتسع التعريف الآن ليشمل كائنات أخرى راقية غير الكائنات الدقيقة ، ليضم

مجالات جديدة تماما يهمنا منها هنا زراعة الأنسجة ، دمج الخلايا ، الهندسة الوراثية . فأنت تستطيع مثلا أن تأخذ خلايا من جذر نبات وتنميها فى مستنبت غذائى خاص ملائم ، بالمعمل ، فتتكاثر الخلايا . ثم إنك تستطيع فيما بعد أن تدفع هذه الخلايا إلى أن تتحول إلى نبات له جذر وساق وأوراق ، فتنقله إلى أرض مزرعتك لينمو ويثمر . وبهذه التقنية (تقنية زراعة الأنسجة) يمكنك أن تنمى من بضع خلايا من نبات انتخبته حقلا كاملا . ربما كان هذا النبات مقاوما لمرض ، أو مقاوما للملوحة أو متميزاً بمحصول وفير .

وأنت تستطيع أن تدمج خليتين من نباتين من نوعين أو جنسين مختلفين ، لتحصل على خلية تحمل الجهازين الوراثيين لهما سويا ، ثم تقوم بزراعتها فى مزرعة أنسجة لتحصل على نبات يحمل من صفات « الأبوين » كليهما . وأنت تستطيع أن تقص جينا (مورثة) من الطاقم الوراثى لكائن حى ، ثم تولجه فى الجهاز الوراثى لكائن آخر غريب عنه ، ليقوم الجين فى موقعه الجديد بإنتاج البروتين نفسه الذى كان ينتجه فى الكائن الأصلى ، فيما يعرف بالهندسة الوراثية . إننا نستطيع مثلا أن « نقص » بإنزيم معين جينا من الجهاز الوراثى بخلية من خلايا إنسان ، قل مثلا الجين المسؤول عن إنتاج الإنسولين ، ثم نولجه أو نزرعه فى المادة

الوراثية لبكتريا القولون ، لتقوم هذه بإنتاج الإنسولين الآدمى ذاته .
هذه التقنيات الثلاث هى السائدة الآن فى حقل البيوتكنولوجيا الزراعية : زراعة الأنسجة ، دمج الخلايا ، الهندسة الوراثية .

زراعة الأنسجة :

من زمن طويل فى عام ١٨٧٨ ، كتب العالم الألمانى فوختنج يقول : إن كل قطعة من النبات أيًّا كان حجمها تحمل العوامل التى تمكنها من أن تكون نباتا كاملا . وفى عام ١٩٠٢ تمكن هابرلانت من استبقاء خلايا نباتية حية فى مستنبت بالمعمل فترة بلغت ٢٠–٢٧ يوما ، وتنبأ « بأننا سنستطيع يوما ما أن نستزرع أجنة اصطناعية من الخلايا الخضرية » . وفى عشرينات هذا القرن كان قد أمكن تمديد فترة نمو الخلايا النباتية فى المستنبت إلى عشرين أسبوعا . وأخيرًا تمكن هايت عام ١٩٣٤ من زراعة أنسجة الطماطم لفترات غير محدودة ، ومن ذلك التاريخ تطورت كثيرًا تقنيات زراعة الأنسجة .

وزراعة الأنسجة : هى طريقة تُنَمَّى بها أعداد كبيرة من خلايا النبات فى بيئة معقمة محكومة (مستنبت) . تؤخذ الخلايا عادة من الأجنة أو السوق أو الجذور ، وإن كان من الممكن أن تؤخذ أجزاء النباتات الأخرى . والعادة أن تكون هذه المستنبتات فى

أنابيب ذات قنان صغيرة أو أطباق ، وأن تزود ببيئة تحوى مواد غذائية معدنية وفيتامينات وهرمونات تشجع انقسام الخلايا ونموها . ويمكن فى العادة أن تُدفع الخلايا بعد أن تتحول إلى كتلة تسمى كالوس ، تُدفع إلى التمايز وإنتاج نباتات كاملة . والجرام الواحد من كالوس نبات الجزر مثلا يعطى خمسمائة نبات . نستطيع إذن بزراعة الأنسجة أن ننمى أعدادًا هائلة من النباتات ، بسرعة وبشكل اقتصادى وفى مساحة صغيرة .

تعتمد زراعة الأنسجة إذن على المادة الوراثية الموجودة بالفعل فى خلايا النباتات دون تحوير أو تبديل ، وبها يمكن إكثار التركيب الوراثى لنباتات بذاتها ثبت تميزها أو وجدت صُدفة فى الحقل ، وبكميات أوفر كثيرًا ، وفى فترة زمنية أقصر بمراحل من الطرق التقليدية . ويمكن بها توفير مساحات كبيرة من الأرض التى تستخدم كمشاتل . ولقد اتضح حدوث طفرات وراثية بالخلايا عند انقسامها بالبيئة الاصطناعية بنسبة أكبر بكثير من المتوقع ، ومعنى ذلك أن زراعة الأنسجة توفر أيضا تباينًا وراثيا إضافيا فى نباتات المحاصيل ، يمكن استغلاله لمصلحتنا . تصبح الخلية فى زراعة الأنسجة هى وحدة الانتخاب ، مثلا لصفات كمقاومة الأمراض البكتيرية أو الفطرية ومقاومة مبيدات

الأعشاب . والفكرة هنا هى أن يستخلص السم الذى تنتجه البكتريا أو الفطر الممرض ، ثم يضاف هذا السم إلى البيئة الاصطناعية التى تنمى بها الخلايا ، فيموت البعض منها ويبقى البعض ليستزرع ويُعَرَّض ثانية للسم ، وهكذا جيلا خلويا وراء جيل ، ثم تنمى الخلايا فى نهاية الأمر إلى نباتات عادية مقاومة يمكن إكثارها ونشرها . وقد تم بالفعل الانتخاب فى خلايا البطاطس ضد سموم الفطر الذى يسبب لفحة البطاطس ، ونتجت عن ذلك فى ظرف بضعة شهور سلالة مقاومة ضغط فيها عمل يحتاج إلى سنين طويلة إذا أجرى الانتخاب فى الحقل بين النباتات الكاملة . كما أمكن بنجاح بالانتخاب فى مزارع الأنسجة إنتاج سلالة من الأذرة مقاومة لعائلة من مبيدات الأعشاب . ومن الممكن جدًّا أن تستعمل هذه الطريقة للانتخاب ضد الكثير من أمراض محاصيل الحقل وأشجار الفاكهة والخضراوات ، كمثل لفحة الأرز وصَدَأ القمح والفول ، وتفحمات الذرة الشامية والرفيعة ، وذبول القطن وتعفن جذوره وخناق القطن ، واللفحة النارية فى الكمثرى والتفاح ، والتصمغ فى الموالح والعفن الأبيض فى البصل ، والعفن البنى فى البطاطس ، والبياض الزغبى فى الخيار والبصل وغيره من أمراض الصوب . كما يمكن فى واقع

الأمر أن تستغل زراعة الأنسجة فى الانتخاب لتحمل الملوحة بالطريقة نفسها، أى بتعريض الخلايا لنسب ملوحة معينة فى البيئة الاصطناعية ثم انتخاب ما يتحمل منها ، جيلا خلويا وراء جيل .

فإذا ما كانت خلايا النبات فى المستنبت تنتج السلعة المطلوبة من النبات ، فإن مزارع الأنسجة بالمعمل يمكن أن تحل محل الأرض فى إنتاج السلعة . بمعنى أننا بها نستغنى عن زراعة النبات نفسه فى الحقل ، ونحفظ الأرض لتستخدم فى زراعة محاصيل أخرى . فإذا كنا مثلا نزرع الطباق لاستخراج النيكوتين كى يستعمل كمبيد حشرى ، فمن الممكن أن نزرع خلايا نبات الطباق فى مزارع الأنسجة (وقد تكون هنا قوارير ضخمة) ونوفر أراضى زراعته . لكن ربما كان لنا هنا أن نحكى حكاية قصيرة . كانت الصبغات الطبيعية فى القرن الثامن عشر أمرًا حيويا لصناعة النسيج فى أوروبا . حاولت بعض الشركات والبلاد احتكار النباتات التى تستخرج منها هذه الصبغات ، حتى لقد هدد الفرنسيون أن يقتلوا بالمقصلة كل من يضبط متلبسًا بسرقة هذه النباتات من مواقع تربيتها فى جزيرة انتيجوا . وفى عام ١٨٩٧ تمكنت شركة ألمانية من إنتاج هذه الصبغة اصطناعيا ، وبكميات كبيرة . فى تلك

السنة كانت الهند تزرع (فى بيهار) نحو ١٣٦٦٠٠٠ فدان من نبات النيلة ، وعلى عام ١٩١١ انخفضت المساحة إلى ٢٠٦٠٠٠ فدان فقط . ومات الكثير من الفلاحين هناك جوعا . قضت التكنولوجيا الجديدة على مصدر رزق هؤلاء الفلاحين .

كلنا يعرف ويحب نكهة الفانيليا الجميلة التى تستخدم فى الحلوى بنتج الڤانيليا من نبات يسمى فانيلا بلاتيڤوليا . وتزرع جزيرة مدغشقر وحدها ٧٥٪ من الإنتاج العالمى من الفانيليا . تحتاج زراعة هذا المحصول إلى عمالة مكثفة تستوعب نحو ٧٠ ألف فلاح فى تلك الجزيرة . بدأت بعض شركات البيوتكنولوجيا الآن بأمزيكا فى الانتخاب لخلايا ڤانيليا تنتج فى مزارع الأنسجة كمية كبيرة من المادة التى تعطى النكهة . سنذكر بالطبع أن المُنتَجَ هنا سيكون مُنتَجا طبيعيا تماما وليس اصطناعيا ، نعنى أن له بالتحديد مواصفات المادة نفسها الناتجة عن النباتات الطبيعية الكاملة . لكن علينا أن نذكر أن النجاح فى إنتاج الفانيليا من الخلايا فى مزارع الأنسجة فى أمريكا ، سيقضى على مزارع الفانيليا وعلى مزارعيها ، وستفقد مدغشقر بسببه ١٠٪ من دخلها من النقد الأجنبى .

دمج الخلايا (التهجين الخضرى) :

ظهر أول بحث عن التهجين الخضرى بدمج الخلايا عام ١٩٧٢ ، وهذا التهجين هو عملية غير جنسيه تدمج فيها خلايا من نوع نباتى

فى أخرى من نوع أو جنس آخر . يلزم هذه العملية أن نتخلص أولا من جدر الخلايا النباتية السميكة ، باستعمال إنزيم خاص لتصبح الخلية « عارية » . ثم نقوم بتخليص هذه الخلايا العارية مما حولها من أنسجة غير مهضومة ومن الإنزيم ، لنمزج خلايا النباتين سويا . يندمج عندئذ الكثير من الخلايا تلقائيا ، غير أنّا نستطيع أن نشجع هذا الدمج باستخدام بعض الكيماويات الخاصة أو بالكهرباء . تحمل الخلايا الهجينة الطاقمين الوراثيين للنباتين كليهما . تستزرع هذه الخلايا بعد ذلك فى مزارع الخلايا ، ويجرى اختبار لتأكيد حدوث التهجين . يصعب فى كثير من الحالات تنمية هذه الخلايا المهجنة ، وتعتبر هذه من أخطر عقبات التهجين الخضرى ، وإن كانت العائلة الباذنجانية (ومنها الباذنجان والطماطم والبطاطس) هى الأسهل فى هذا المضمار . غير أن الباحث الشاب الدكتور أسامة الشيحى (بزراعة القاهرة) قد تمكن من تنمية الهجين الخضرى بين الأرز والبوص (وكلاهما من العائلة النجيلية) لينتج نبات الأربوص .

ثمة مرض فطرى خطير يصيب البطاطس هو مرض الندوة المتأخرة ، يتطلب رش حقول البطاطس بالمبيدات على فترات قد لا تزيد على أسبوع . وثمة نباتات برية شبيهة بالبطاطس تقاوم هذا المرض طبيعيًا . لكنها لا تقبل التهجين الجنسى بالبطاطس . أمكن بالفعل دمج الخلايا العارية لأوراق نبات البطاطس فى مثيلاتها من خلايا بعض هذه النباتات البرية ، باستخدام بيئة

كيماوية خاصة مع تيار كهربى ، لتختلط المادة الوراثية لكلا النوعين فى خلايا هجينة خضرية ، بها بالطبع التعليمات الوراثية لهما جميعًا . أمكن تنمية هذه الخلايا إلى نباتات كاملة والانتخاب فيها لمقاومة الندوة المتأخرة ، فنتج بالفعل صنف من البطاطس يقاوم هذا المرض الخطير .

يحدث عند انقسام الخلايا الهجينة أن يسود طاقم وراثى لنوع على الآخر ، فيتناقص عدد كروموزومات أحد النوعين بتوالى الانقسام . ربما تجدر الإشارة هنا إلى أن مثل هذا الهجين الخضرى قد تم بين خلايا بشرية وخلايا قرد ، وأن كروموزومات الإنسان فى الخلايا الهجينة كانت تتناقص فى الخلايا عند الاستزراع والانقسام . قد يكون طرد الكروموزومات هذا هو السبب فى تأخر إنتاج نباتات مثمرة عن دمج الخلايا (وإن كانت بعض نباتات الأربوص لدى الدكتور الشيحى قد أثمرت بالفعل حبوبًا متباينة الصفات) . وقد يكون هذا هو السبب فى الحمية التى يندفع بها العلماء فى الوقت الحالى لدراسة الموضوع . مازلنا نتوقع الكثير من التهجين الخضرى فهو فى دول مثل مصر يمثل أكثر المجالات وعدا ، ثم إنه أبسط بكثير من الهندسة الوراثية .

الهندسة الوراثية :

الهندسة الوراثية : هى فن التلاعب بالمادة الوراثية للكائنات ،

ونقلها من كائن إلى آخر . هى تقنية تمكننا باستخدام إنزيمات معينة من قص بعض الجينات من كائن حى وغرسها أو زرعها فى الجهاز الوراثى لآخر لا يمت إليه بصلة ، لتنتج هذه الجينات ما كانت تنتجه فى الكائن الذى أخذت منه .

والمادة الوراثية : تتكون فى الكائنات الحية (من البكتريا حتى الإنسان) من حمض نووى يسمى اختصارًا « دنا » . وفى سنة ١٩٧٣ قام عالمان أمريكيان بتجربة بدأ بها عصر الهندسة الوراثية ، تمكّنا فيها من نقل جين لمقاومة مضاد حيوى من سلالة بكتيرية إلى أخرى من النوع نفسه . ثم إنهما تمكنا أيضًا من نقل جين من نوع بكتيرى إلى آخر . وأخيرًا تمكّنا من نقل جين من ضفدع زينوبص إلى بكتريا ، واكتشفا أن جين الضفدع ينسخ فى البكتريا المطعومة فى كل جيل . فى الوقت نفسه قامت مجموعة أخرى من العلماء فى أمريكا أيضًا بوصل حمض نووى فيروسى سرطانى بحمض نووى ڤيروسى آخر يهاجم البكتريا ، وهكذا فُتح مجال جديد هائل أمام الوراثيين . كان التحسين الوراثى فى أى نوع من الكائنات الحية يعتمد على ما يوجد بالنوع من تباين وراثى . فأصبح بالهندسة الوراثية وقد فُتحت أمامه الخزائن الوراثية لكل الكائنات الحية يغترف منها ويضيف ما يشاء . لا توجد وردة زرقاء ، فليس فى جنس الورد جين لهذا اللون . لكنا نستطيع الآن ، واستطعنا ، أن ننقل إلى نبات الورد الجين من نبات آخر

لتنتج الوردة الزرقاء . وتحولت الكائنات الدقيقة والراقية لتصبح لنا مصانع بيولوجية تنتج من المواد ما لم تنتجه قبلا ملايين الأجيال من أسلافها . طُعِّمت المادة الوراثية لبكتريا بجين ينتج هرمونًا بشريًا ، فاستوعبت الجين فى وراثتها وتكاثر مع تكاثرها ، وأنتج الهرمون البشرى ، وأصبحت الهندسة الوراثية واقعًا علينا جميعًا أن نتقبله شئنا أم لم نَشأ ، وأصبح على مجتمعاتنا أن تعرف تضميناته وأن تتعامل مع نتائجه وأن توجه طريقه ، وربما كان لنا الآن أن نعرض بعضًا قليلا مما يمكن ، أو أمكن ، للهندسة الوراثية أن تنجزه فى مجال النبات الزراعى .

يعتمد البشر فى غذائهم على حفنة من المحاصيل الحقلية لا تزيد على أربعة عشر محصولا ، توفر لهم وحدها نحو ٩٠٪ من الطاقة التى يتعاطونها : خمسة من محاصيل الحبوب توفر وحدها نحو ٧٠٪ من غذائنا (هى القمح والأذرة والأرز والشعير والشوفان) وثلاثة من المحاصيل الدرنية (البطاطس والبطاطا والكاسافا) واثنان من المحاصيل السكرية (قصب السكر وبنجر السكر) وأربعة من المحاصيل البقولية (فول الصويا والفول السودانى والفول والبازلاء) .إن إثراء المادة الوراثية لهذه المحاصيل المعدودة بما يتوفر من جينات مرغوبة بالمستودع الجينى الهائل لمئات الآلاف من أنواع الكائنات ، يصبح أمرًا ذا أهمية قصوى فى عملية التحسين .

تبلغ مساحة الأراضى المزروعة فى العالم نحو ٦ ملايين ميل

مربع ، وهناك بجانبها ٣,٨ ملايين ميل مربع من الأراضى المالحة التى لا تستعمل فى الزراعة . ولقد غدت مياه الرى كما نعلم مشكلة فى معظم أرجاء العالم ، ومداومة الرى على أية حال ترفع من ملوحة التربة .ثمة أمل كبير أن نستطيع بالتطعيم الجينى أن ننتج نباتات محاصيل حقل تتحمل الملوحة والجفاف ، فتُروى بأقل قدر من المياه ونضيف إلى الأراضى المزروعة تلك الملايين من الأميال المربعة من الأراضى المالحة .

ولقد اتضح أن مقاومة الملوحة والجفاف من الصفات التى يتحكم فيها عدد كبير من الجينات – لا يقل عن عشرة – والانتخاب بالطريقة التقليدية لمثل هذه الصفات يتطلب أجيالا طويلة تجمع فيها كل الجينات المطلوبة فى نبات واحد .ثمة محاولة جادة تجرى الآن فى الولايات المتحدة لنقل المعقد الجينى من حشيشة تسمى حشيشة الملح إلى نبات الشعير . ولقد تم بالفعل نقل بعض جينات مقاومة الملوحة من حشائش المستنقعات المالحة إلى البرسيم . بهذه الطريقة يمكن أن تستخدم المياه المالحة فى الرى .

ليس للنباتات جهاز مناعى كالإنسان أو الحيوان ، تقاوم به ما تواجهه من أمراض وطفيليات .وهى تقاوم ما يهاجمها من الحشرات مثلا بإنتاج مواد كيماوية تسممها ، أو بإنتاج مواد منفرة لا تحبها الحشرات (كالراتنج وسم اللبلاب والكينين والأفيون) .

ومن الممكن بالهندسة الوراثية أن تزود النباتات المطلوب حمايتها من الحشرات بالجينات الخاصة بإنتاج هذه المواد الكيماوية السامة ، ولقد نُقِل بالفعل إلى نبات الطباق جين من إحدى بكتيرات التربة ينتج بروتينًا سامًّا جدًّا للحشرات ، وليس ساما للإنسان أو حيوانات المزرعة ، فأصبح هذا النبات مقاوما للحشرات ، ولقد قامت إحدى الشركات الأمريكية برفع سمية هذا الجين إلى ثلاثمائة ضعف ، وطَعَّمت به نبات القطن الأمريكى ليصبح بالفعل مقاوما لحشرات عائلة حرشفيات الأجنحة (ومنها دودة ورق القطن) . بمثل هذا الجين يستغنى المزارع عن المبيدات الحشرية السامة التى كما نعلم تؤثر كثيرًا فى صحة الإنسان . ولقد علمتُ أن وزارة الزراعة المصرية تحاول أن تستفيد من هذا الجين مضاعفِ السمية بالاتفاق مع الشركة . ثم إن العلماء قد تمكنوا أيضًا من نقل هذا الجين إلى بكتريا أخرى أسرع تكاثرًا ،لتنتج هذه الأخيرة السم ، ثم تُقْتَل بطريقة يُقَوَّى فيها جدار الخلية البكتيرية كى تحفظ السم داخلها ، لتنتثر بعد ذلك فوق أوراق المحاصيل كمبيد بيولوجى ، إذ يذوب الغلاف ، ويقتل السم الحشرات التى تأكل الأوراق دون أن تلوث البيئة بالمبيدات الحشرية الكيماوية .

والكثير من مبيدات الأعشاب يضر بالمحصول نفسه ، فيقتل

الحشائش ويؤثر تأثيرًا سلبيًا فى المحصول الرئيسى ، يلزمنا إذن البحث عن جين يمكنه أن يقاوم المبيدات ليطعَّم فى المادة الوراثية للمحصول .ولقد عثر على مثل هذا الجين بالفعل فى بكتيريا من بكتريا التربة . وأمكن بالفعل نقل هذا الجين إلى أشجار الحور ، وذلك بمزج الخلايا العارية لهذا النبات فى المستنبت بهذه البكتريا ، إذ دفعت البكتريا بمادتها الوراثية داخل البعض من الخلايا النباتية ، ثم نميت الخلايا فى بيئة تحوى مبيد الأعشاب ، لتنتخب الخلايا التى تقاومه ، وتُستزرع خلويا لتنمو إلى نباتات مقاومة .

نعرف أن نسبة حمض اللايسين الأمينى منخفضة فى بروتين الذرة ، الأمر الذى يجعل دقيق الذرة مصدرًا غير كامل للبروتين فى غذاء الإنسان . من الممكن أن نهندس نباتات الذرة وراثيا ، لننتج صنفًا به نسبة عالية من هذا الحمض ، بشرط أن يتركز الحمض فى الحبوب لا الأوراق .ولقد أمكن بالفعل نقل جين خاص ببروتين رئيسى فى نبات الطباق .من الممكن بذلك أن نرفع القيمة الغذائية من المحاصيل الحقلية بإضافة جينات ملائمة مأخوذة من نباتات أخرى .

تحتاج النباتات جميعًا إلى الأزوت تصّنع منه بروتيناتها ، ومعظم النباتات تأخذ الأزوت من النترات الموجودة طبيعيًا بالتربة ، والبعض الآخر (نباتات البقول) يمكنها أن تثبت أزوت الهواء حتى يمكنها

الاستفادة منه ، وذلك عن طريق بكتريا خاصة تعيش داخل جذورها تسمى بكتريا العقد الجذرية .وبذا فإن نباتات البقول هذه لا تحتاج عادة إلى تسميد أزوتى ، والسبب فى أن تصاب البقول بهذه البكتريا المفيدة هو أنها (أى النباتات) تفرز بروتينات خاصة تجذب إليها هذه البكتيريا ، من الممكن أن تنقل جينات هذه البروتينات إلى القمح أو الذرة أو الشعير لنوفر أموالا طائلة تدفع فى التسميد الأزوتى ، لاسيما وأنه قد عثر على بعض النباتات البرية من العائلة النجيلية (التى تضم القمح والشعير والذرة) وبجذورها نوع من البكتريا العقدية ، أى أن ننتج من هذه النباتات الحقلية أصنافًا قادرة على تسميد نفسها بنفسها .

والأطفال – كما يقول جيروم جيروم – يفعلون الشىء الخطأ فى الوقت الخطأ فى المكان الخطأ فيعيشون طفولتهم كما ينبغى ، لكن هناك فى عالمنا الآن أطفالا يولدون باللون الخطأ ، فى الزمان الخطأ ، فى البلد الخطأ – يولدون للشقاء ، لليل طويل بلا نهاية !

فى جعبة العلم الكثير الكثير .

فى جعبته طعام لكل فم ،وبسمة على كل فم ..

فيه أمل البشرية المنشود ، فيه الفجر لِلَّيل الطويل ...

٤

الوراثة وأمراض الإنسان

في بحث قصير نشر بمجلة « نيتشر » عام ١٩٥٣ كشف « فرانسيس كريك وجيمس واطسون » عن تركيب جزىء الدَّنا ، أى جزىء الحياة - ولقد مُنِحا بسبب هذا البحث جائزة نوبل عام ١٩٦٣ - ففتح هذا البحث الطريق إلى كنز هائل من مجالات التجريب والتفكير وتسبب فى ثورة علمية هائلة لاتزال تتسع ، وستشكل ، بلا شك ، وجه القرن الحادى والعشرين .

جزىء الدَّنا :

يوجد جزىء الدَّنا (المادة الوراثية) داخل نواة كل خلية من خلايا الكائنات الحية جميعًا ، وهو يتكون من جديلتين ، كلّ تتألف من تتابع طويل من « قواعد » أو « حروف » . ويشكلان معًا ما يسمى « اللولب المزدوج » ، للُّغة العربية ٢٨ حرفًا ، لكن للغة الدَّنا أربعة حروف لا أكثر ، هى : أ ، ث ، ج ، س (آدنين ، ثايمين ، جوانين ، سيتوزين) . ولكل نوع من الكائنات

الحية سلسلة تميزه من تتابع هذه الحروف ، ويبلغ طول هذه السلسلة فى الإنسان ثلاثة بلايين حرف . هى كتاب إذن من ثلاثة بلايين حرف كُتب بلغة من أربعة أحرف لا أكثر . يقترن الحرف أ فى جديلة الدّنا – بالضرورة – بالحرف ث فى الجديلة المكملة ، كما يقترن الحرف ج بالضرورة بالحرف س . ويقاس طول الدّنا بعدد أزواج الأحرف (أو القواعد) .فبكل خلية من الستين مليون مليون خلية التى تشكل جسم الإنسان (والتى نشأت عن انقسام خلية واحدة) سنجد ثلاثة بلايين زوج من القواعد . تشكل هذه المادة الوراثية عددًا من « الكروموزومات » أو « الصبغيات » يختلف باختلاف الكائن الحى ، فهو فى الإنسان ٤٦ كروموزومًا (٢٣ زوجًا ، منها زوج من كروموزومات الجنس) .

ينقسم جزىء الدّنا إلى مناطق ، كلٌ « تشفر » لصناعة بروتين معين . والمنطقة التى تشفر لأى بروتين تسمى « جينا » أو « مورثة » . ويحمل جسمنا نحو مائة ألف بروتين ، تنتج عن مائة ألف چين . ويتراوح طول الچين ما بين مائة زوج من القواعد ، وبين مليونى زوج – بمتوسط يبلغ بضعة آلاف من الأزواج ، وهذا يعنى أن القدر الأكبر من المادة الوراثية البشرية (نحو ٩٥٪) هو من « السَّقَط » . إن الجينات متناثرة داخل « سَقَط » الدّنا ، السقط الذى لا تُعْرَفُ له وظيفة .

التطعيم الجينى :

يتكون دنا أنواع الكائنات الحية جميعًا من نفس البنية الكيماوية ، من ترتيبات طولية من نفس القواعد كما ذكرنا ، من الممكن إذن أن نبتر قطعة من دَنا نوع ونولجه فى دَنا نوع آخر لا يمت له بصلة ، إذا توفرت لدينا أدوات القص واللصق . ولقد عَثَر العلماء على هذه الأدوات : إنزيمات أو مقصات (تسمى إنزيمات التحديد) تقطع شريط الدَّنا – أىَّ شريط – عند تتابعات بذاتها (مثلا التتابع ج أ أ ث ث س) ، وإنزيمات أخرى (تسمى ليجيزات) تقوم برَتق الدَّنا أو وصله ، ويمكنها أن « تلحم » قطعة دَنا غريبة ، قد تحمل چينًا ، داخل جرح فى دَنا كائن آخر نشأ عن إنزيم تحديد . هذه العملية تسمى عملية « التطعيم الجينى » ، وهى أساس الهندسة الوراثية ، ولقد تمكن العلماء بها من نقل جين الإنسولين البشرى إلى الجهاز الوراثى لبكتريا القولون – التى تتكاثر بالملايين لتنتج الإنسولين الآدمى (وهذا يُسَوَّقُ الآن فعلا تحت اسم هوميلين) .ولقد أمكن إنتاج الكثير من العقاقير بهذه الوسيلة ،من بينها إنزيم يذيب الجلطات ، وهرمون يستخدم فى علاج القزمية ، والإنترفيرون الذى يساهم فى علاج بعض الأورام السرطانية ، وفاكسين ضد الالتهاب الكبدى ب . وكل هذه العقاقير بالطبع عقاقير طبيعية بشرية تنتجها الكائنات الدقيقة .

العلاج بالچينات :

يُعنى بالعلاج بالچينات أمران :

أولهما : تعديل التركيب الوراثى بالهندسة الوراثية لبويضة مخصبة أو جنين فى أطواره المبكرة ، ومثل هذا التعديل بالطبع سينتقل إلى الأجيال التالية ، غير أنه محظور فى وقتنا الحالى .

أما الأمر الآخر : فهو تحوير الطاقم الوراثى للخلايا الجسدية لإصلاح خلل وراثى معين . يَسْتَخْدِم هذا التحوير الڤيروسات الارتجاعية كعربة نقل ، وهذه ڤيروسات تقوم بدمج مادتها الوراثية فى كروموزومات الإنسان عندما تصيبه . يُطَعَّم الجين المطلوب إضافته إذن داخل المادة الوراثية لمثل هذا الڤيروس لينقله إلى الشخص المريض وراثيًا ، ولقد نجح العلماء بالفعل فى أن يولجوا بخلايا نخاع العظام ڤيروسات ارتجاعية تحمل بضعة چينات ، غير أن النتائج ليست واضحة حتى الآن ، وإن كنا نعلق أمالا كبيرة على هذه التقنية عند إتقانها .

خريطة الطاقم الوراثى البشرى :

كتاب الحياة ، هذا السطر الواحد الطويل المؤلف من ثلاثة بلايين حرف ، هل نستطيع أن نقرأه ، أن نحدد تتابع حروفه ؟ هل ثمة داع لذلك ؟ أليس من الأفضل أن ننفق كل ما يخصص له من الأموال الطائلة على مشاريع بحوث أخرى أكثر أهمية ؟ اختلف العلماء والمفكرون فالبعض يرى أنه المغامرة البيولوجية الكبرى للقرن الواحد والعشرين والبعض يرى أنه محض هراء وجنون ، لن تكون النتائج

مثيرة ، إنما هى مجرد كتاب كله حروف ، حجمه مليون صفحة !
بدأ المشروع جديا فى أواسط الثمانينات ، غير أننا لم نحدد حتى عام ١٩٩٠ إلا نحو ١٪ من التتابع الكامل للدَّنا البشرى – التقدم إذن بطىء ، ويلزم تطوير التقنيات لزيادة السرعة لإنجاز هذه المهمة الهرقلية ، ولقد أنفقت الولايات المتحدة على هذا المشروع ٥ ملايين دولار عام ١٩٨٩ و١٣٠ مليون دولار عام ١٩٩٠ ، ورصدت ٣٠٠ مليون دولار كل عام لمدة خمسة عشر عاما تبدأ عام ١٩٩٥ . ولقد ابتكر العلماء اليابانيون ماكينة حديثة لتحديد التتابع ، هدفها الأصلى الذى أعلن فى نهاية ١٩٨٧ هو تحديد تتابع مليون قاعدة فى اليوم – فالقدرة الحالية هى عشرة آلاف فقط . والغريب أن عملية تحديد التتابع تصيب الفنيين بالانهيار العصبى حتى ليلزم تغييرهم بعد أن يقوموا بطباعة مائة ألف حرف .وبعد تحديد تتابع الحروف فى أية قطعة دَنا ، يلزم تحديد مواقع الجينات فيها وتحديد التشابهات فى ترتيب الجينات ، وهذا أمر يتطلب الكمبيوتر بالضرورة .

بصمة الدَّنا :

يحمل كل منا فى مادته الوراثية عددًا من الجينات (تتابعات القواعد) ،يميزه عن كل ما عداه ، يمثل بطاقة هوية مطبوعة فى المادة الوراثية لا يمكن تزويرها . وبها يمكن تحديد هوية الفرد بيقين ، فاحتمال وقوع الخطأ فيها يتراوح ما بين واحد فى المليون وواحد فى البليون ، تتميز هذه البصمة بأنها ثابتة لا يمكن محوها ،

وبأنها موجودة فى كل خلية من خلايا الجسم : فى الشعر وفى الجلد وفى الدم وفى اللحم ، بل وحتى فى الحيوانات المنوية . ولا نحتاج منها لتعيين الهوية الدناوية سوى كميات ضئيلة غاية فى الضآلة – إذ يمكن بتقنيات البيولوجيا الجزيئية المتطورة إنتاج آلاف النسخ منها : لقد أمكن تحديد بصمة الدَّنا فى عينات مأخوذة من شعرة واحدة ، كما أمكن تحديد تتابع الدَّنا (البصمة) لحيوانات جُمِّدت فى جليد القطب الشمالى آلاف السنين ، ومن الممكن ببصمة الدَّنا إثبات الأبوة وتحديد هوية المجرمين . ولذا فقد استخدمت فى ساحات القضاء .

الأمراض الوراثية :

نتباين نحن البشر كثيرًا . ليس ثمة شخص يشبه الآخر (اللهم إلا التوائم المتطابقة) . جزيئات دنَانَا تختلف . هناك من مثل هذه الاختلافات ما يصل إلى عشرة ملايين . وسبب التباين بيننا طفرات جُمِعت على مر الزمان ، طفرات قد تكون مجرد تحوير فى قاعدة واحدة داخل چين ، البعض من هذه التباينات يسبب أمراضًا ، تنتج عن تغيير فى البروتين الذى يشفر له الچين . ونحن نعرف حتى الآن ٥٠٠٠ مرض وراثى ، إن واحدًا على الأقل من كل مائة مولود يحمل مرضًا وراثيًا معروفًا ، كما أن نسبة تزيد على ٣٠٪ من وفيات الأطفال فى الدول الصناعية تنشأ عن مثل هذه

الأمراض . ولعل أشهر الأمثلة هو مرض « أنيميا خلايا الدم المنجلية » ، الذى يُفقد كرات الدم الحمراء مرونتها لتتخذ شكل المنجل ، وهو مرض ينتشر كثيرًا بين الزنوج ، والسبب فى هذا المرض طفرة غاية فى الضآلة حدثت فى الچين المشفر لسلسلة بيتا بجزىء الهيموجلوبين (وهو جين يبلغ طوله ألفى زوج من القواعد) ، إذ يتحول التتابع الطبيعى ج ج أ ج ث س س إلى ج ث أ ج ث س س ، قاعدة واحدة من بين ألفى قاعدة تسببت فى هذا المرض الخطير ، وهذا المرض من أمراض « الجين الواحد » التى تضم أيضًا مرض هنتنجتون ، ومرض الخثل العضلى التوترى والتليف الكيسى والنزف الدموى والبول الفينايل كيتونى ، لقد أمكن بتقنيات الهندسة الوراثية تحديد مواقع الكثير من هذه الجينات على كروموزومات ، ويتطلع العلماء إلى اليوم الذى يمكنهم فيه علاج هذه الأمراض والشفاء منها ، بل وكشفها قبل الولادة ، حتى يمكن إجهاض الجنين إذا كان مصابًا بمرض وراثى عضال . ولمثل هذا الكشف يُستخدم عادة دَنا معزول من كرات دم الجنين البيضاء . من الممكن سحب الدم من الجنين ، لكن هذا يهدد حياته وحياة الأم أيضًا .لكن هناك طريقة « بزل السَّلَى » المحيط بالجنين فى نحو الأسبوع السادس عشر من الحمل ،فإذا ما ثبت إصابته بمرض وراثى جسيم أجريت عملية الإجهاض ، غير أن هذا قد يسبب صدمة عاطفية للوالدين . ثمة وسيلة تؤخذ بها

عينات من خمائل المشيمة فى الأسبوع الثامن إلى العاشر من الحمل . يجرى تشخيص ما قبل الولادة هذا عادة إذا ما كان ثمة شك فى أن يحمل الجنين مرضًا قاتلا (شك ينتج عن بيانات عن دنَا الوالدين ، أو أحيانًا عن عمر الوالدة) ، وللطبيب مع الوالدين أن يقرروا ما إذا كان الإجهاض ممكنا .

منذ سنوات كان فى زيارتى أستاذ أمريكى شاب . وفى حفل عشاء أقمته تكريما له سألته ضاحكا : « لماذا لم تتزوج وأنت رجل وسيم ؟ ! » نظر إلىَّ فى هدوء وأجاب فى رزانة غريبة « أخشى أن أكون مصابًا بمرض هنتنجتون ، وأنا لا أحب أن أنقله إلى أبنائى » . صمتٌ فلم أكن أعرف ماهية المرض – فأنا لست طبيبا . هذا مرض وراثى سائد تظهر أعراضه فى أواخر ثلاثينات العمر كحركات عضلية يتعذر التحكم فيها ، يصحبها خرَف يستفحل مع الزمن يسببه انحلال بطىء للجهاز العصبى ، وينتهى بموت المريض فى نحو سن الأربعين .

بعد نحو عام من هذا اللقاء قرأت أن العلماء قد اكتشفوا موقع الجين المسئول عن هذا المرض ، على الكروموزوم الرابع ، يمكن لصديقنا إذن أن يختبر دناه ليعرف إن كان مصابًا . أتراه قد فعل ؟ لا أعرف ، لكن ، يا له من مأزق رهيب وضعنا فيه التقدم العلمى . هذا مرض نعرف تركيب الجين المسئول عنه ، نعرف

موقع الچين ، نمتلك الوسيلة لتشخيصه ، لكنا لا نعرف له علاجًا حتى الآن ، لو أنه قام بإجراء الاختبار ، واكتشف أنه يحمل الچين ، فسيقضى ما تبقى له من عمر كسجين حُكِم عليه بالإعدام ينتظر تنفيذ الحكم ، الخريطة الوراثية لأى منا ، أفلا يجوز أن تحمل لنا نفس هذا الموقف ؟ .

٥

الهندسة الوراثية والعقاقير

بين كل اثنين منّا حرف من كل ألف حرف من حروف الدَّنا مختلفٌ . فإذا كان بكتاب الدَّنا الذى نحمله ثلاثة آلاف مليون حرف ، فإن متوسط الاختلافات بين أى فردين يبلغ نحو ثلاثة ملايين حرف – الأمر الذى يؤكد تمامًا معنى وأهمية بصمة الدَّنا فى تمييز الفرد . لقد تمكنت الهندسة الوراثية والوراثة الجزيئية من أن تجعل تفرد الفرد منا أمرًا صريحًا واضحًا لا لبس فيه ، ليس ثمة خريطة وراثية « مثالية » للإنسان ، ليس ثمة « مطلق » أفلاطونى هنا يُقاس عليه ، ولا يصح أن يكون . نتشابه كثيرًا كثيرًا ، لكنا نختلف كثيرًا أيضًا ، نختلف حتى فى صفات تبدو تافهة .أخرج لسانك . حاول أن تضعه فى صورة أنبوبة . نصفنا يستطيع ونصفنا لا يستطيع . وهذه صفة وراثية . أطبق كفيك على بعضهما بعضًا . انظر إلى الإبهامين . أيهما يعلو الآخر ؟ نصفنا سيعلو عنده الإبهام الأيمن ، والنصف الإبهام الأيسر . هذه

صفة وراثية ، نختلف حتى فى مثل هذه الصفات الهامشية ونختلف أيضًا فى الچينات « المعيبة » التى نحملها داخل خلايانا – وإن كانت كلمة « معيبة » هذه تعنى صورة « مثلى » (فالجينات التى تسبب بعض الأمراض قد تكون نعمة داخل بيئة بذاتها) .

الطفرات :

تأتى هذه الاختلافات الوراثية عن « الطفرات » – عن تغير فجائى فى المادة الوراثية ، قد يكون مثلاً مجرد تغيير فى حرف واحد داخل جين (مثل مرض أنيميا خلايا الدم المنجلية) ، وقد يكون مثلاً باقتضاب جزء من كروموزوم ، أو انتقال جزء من موضعه إلى آخر إلخ . تتكدس الطفرات داخل خلايانا مع تقدم العمر . فى كل ثانية تنقسم داخل أجسادنا ملايين الخلايا . فى كل دقيقة ينتج داخل أجسامنا آلاف الأميال من الدّنا الجديد . ويأتى هذا الدّنا الجديد عن طريق النَّسْخ ، وبالنسخ كما نعلم تحدث أخطاء – أخطاء يسميها الوراثيون « طفرات » ، الطفرات تغير قليلاً من الإرث الذى تسلمناه من آبائنا والذى نحيا به ويشكلنا – لكنها لا تنتقل إلى أبنائنا إلا إذا وقعت فى الخلايا الجنسية . ربما كانت أشهر طفرة فى التاريخ هى تلك التى وقعت في مكان ما من كروموزوم الجنس بإحدى خصيتى إدوارد دوق كِنت ذات ليلة من ليالى أغسطس ، عندما حمل الطفرة الحيوان المنوى الذى

أخصب البويضة التى نضجت ونمت لتصبح الملكة فيكتوريا . كان الجين المعطوب يسبب مرض النزف الدموى ، ولقد انتقل الجين الطافر من الملكة إلى ابنها ليوبولد ، وحملته اثنتان من بناتها (بياتريس وأليس) ، تحدث الطفرات بمعدل ضئيل للغاية ، يختلف من جين لجين ، وتقول بعض الحسابات : إن معدل حدوث طفرة النزف الدموى فى بعض مجتمعات أوروبا يبلغ نحو أربعة فى المليون ، وأن معدل حدوثه فى الذكور يبلغ أحد عشر ضعف معدله فى الإناث - ربما لأن الرجال ينتجون الخلايا الجنسية (الحيوانات المنوية) طيلة حياتهم فى حين تنتج الإناث بويضاتهن بالفعل عند البلوغ (وهذا يعنى أن المادة الخام للتطور - الطفرات - تأتى فى معظمها عن الذكور) . (وللذكورة فى الإنسان جين - خطير - كشفته الوراثة الجزيئية أخيرًا ، جين مكون من ٢٤٠ حرفًا من حروف الدَّنا يبتدئ هكذا : ج أ ث أ ج أ ج ث ج أ أ ج س ج أ ... وشفرة الدنا تُقرأ فى كلمات كلٍّ من ثلاثة أحرف) .

قدمت الهندسة الوراثية (والبيولوجيا الجزيئية) الكثير فى مجال أمراض الإنسان ، إنها تبتكر أشكالاً « مُطَعَّمة » من الكائنات الدقيقة والكائنات العليا ، تحمل فى دَناها جينات بشرية تُنتج عقاقير تسهم فى علاج أمراض الإنسان ، وهى تحدد مواقع وتتابع الأحرف بالنسبة لجينات بعض الأمراض ، وتكشف بالتالى البروتينات

المعيبة التى تنتج عنها ، لتقدم أملاً فى علاج ، أو لتقدم مشورة بالإجهاض ، وهى تعد بمحاولة العلاج « الجراحى » للچينات ، بجانب ما تقدمه من خدمات لإثبات الأبوة وفى ساحات القضاء .

العنزة التى تحلب ذهبًا :

ثمة بروتين طبيعى ينتجه جسم الإنسان اسمه « منشط بلازمونيچين الأنسجة » (م ب –أ) ، ينتج بكميات ضئيلة ، ومهمته الأساسية هى إذابة جلطات الدم . هذا جزىء بروتينى نافع جدًّا . اتضح أن حقنه قبل مرور أربع ساعات من ظهور النوبة القلبية يخفض نسبة الوفيات بمقدار النصف ، وإن كان فعله لا يستمر بعد الحقن إلا فترة قصيرة ، إذ ثمة فى تيار الدم من المواد ما يثبطه ؛ قام علماء إحدى شركات البيوتكنولوجيا بعزل هذا الجين وإدماجه فى الجهاز الوراثى لأحد أنواع البكتريا ، لتقوم هذه بانتاج كميات وفيرة تسويقية منه ، بدأ بالفعل تسويق هذا العقار عام ١٩٨٧ ، وإن كان سعر الجرعة منه (٠,١ جم) قد بلغ ٢٢٠٠ دولار . بعد ظهور هذا المُنتَج بالسوق قامت شركة أخرى بهندسة هذا الجزئ البروتينى بحيث لا يتأثر بعد تحويره كثيرًا بالمثبط الموجود بالدم ، وبدءوا من البكتريا فى إنتاج الجزئ « المعدل » الأفضل .

ثم إن شركة أخرى قامت بإيلاج هذا الچين فى المادة الوراثية للعنز . فلقد عزل علماء الشركة الچين ، ثم قاموا بتعديله بحيث ينشط أثناء الحليب فيفرز إنتاجه فى اللبن ، وحقنوا الچين داخل

بعض بويضات العنز المخصبة ، ثم نقلوا هذه البويضات المعالجة إلى أرحام بعض العنزات ، فنتج ٢٩ فردًا ، من بينها أنثى « عبرجينية » ، تحمل الجين البشرى ، لقحت هذه الأنثى وولدت خمسًا ، كان من بينها أيضًا أنثى تحمل الجين . حلبت الأم وابنتها وتمكن العلماء من عزل العقار من اللبن . تنتج كل من هاتين العنزتين الآن بضعة جرامات من العقار يوميًا يقدر ثمنها ببضعة آلاف من الدولارات .

ربما دخلنا هنا إلى مجال يتطلب وقفة . نحن نعرف أننا نشترك مع الشمبانزى فى نحو ٩٨٪ من المادة الوراثية ، فإذا ما كان العلماء قد تمكنوا من إدماج بعض الدّنا البشرى فى المادة الوراثية للعنزة – وفى المادة الوراثية للفئران والأغنام والماشية أيضًا – فما الذى يمنع أن تُولَج بالقردة العليا بعضُ الجينات البشرية ؟ ! ما الذى سيحدث ؟ لا أحد يعرف ، وأنا لا أحب أن أعرف . ولكن ، من يضمن ألا يقوم شخص ما بالتجربة ؟إن الأمر يتطلب أن يتدخل المجتمع نفسه فى تحديد مسارات مثل هذه البحوث ، حتى لا ننام ونصحو ذات صباح – كما كتبتُ يومًا – لنجد « رؤوس الناس على جثث الحيوانات ، ورؤوس الحيوانات على جثث الناس » ، كما يقول صلاح عبد الصبور .

* * *

قدمت العلوم الطبية للبشرية الكثير فى مجال تخفيف الآلام وطول العمر ، فتمكنًا من الأمراض المعدية التى كانت تودى بحياة الملايين . وها هى ذى الهندسة الوراثية تمضى إلى التمكن من الأمراض الوراثية وحيدة الچين (مثل مرض هنتنجتون) ، ففى تقنياتها ما سيسمح مع الوقت بكشف وتحديد مواقع جيناتها وقراءة شفراتها ، ثم فى النهاية تقديم العلاج – ليطول بذلك متوسط عمر الإنسان ، فتظهر أمراض ترتبط بكبر السن ، أمراض لم تكن ذات أهمية فيما مضى – مثل مرض السرطان وخَرف الشيخوخة . لمثل هذه الأمراض أساسها الوراثى داخل جيناتنا ، إنما تتميز بأنها « متعددة العوامل » ، إن للبيئة عليها تأثيرًا معلومًا ، فى ظهورها وتفاقمها ، بل إنها تتميز أيضًا بصعوبة تعريفها وتشخيصها فى بعض الأحيان – ثمة أفراد يُشَخَّصون مرضى فى معمل ، ولا يعتبرون كذلك فى آخر .

أستاذى العظيم :

يصيب خَرَف الشيخوخة نحو ٥٪ ممن يزيد عمرهم على ٦٥ عامًا ، ويصيب ١٥٪ ممن يزيد عمرهم على ٨٠ عامًا . وبتقدم العلم يزاد عدد من يهرمون ، الأمر الذى سيؤدى فى عالم الغرب إلى مشكلة اجتماعية طبية كبرى . ونصف المرضى بخرف الشيخوخة يقاسون مما يسمى مرض ألزهايمر – الذى اكتشفه الطبيب الألمانى ألواس ألزهايمر عام ١٩٠٧ . قد يظهر هذا المرض

فى عشرينات العمر ، لكنه عادة ما يظهر بعد سن الخامسة والأربعين .وهو يصيب النساء مثلما يصيب الرجال ، ويموت من مضاعفاته بالولايات المتحدة سنويًا نحو مائة ألف مريض . تظهر أول أعراض المرض بأن يفقد الشخص القدرة على التذكر القصير الأمد : هل أغلق باب المنزل بالمفتاح عندما خرج ؟ هل أطفأ البوتاجاز ؟ وشيئًا فشيئًا يفقد المريض قدرته على التعرف على الناس وعلى الكلام وعلى رعاية نفسه ، ليتحول إلى طفل عدوانى ، إلى أن يموت من مضاعفات المرض فى ظرف ٥ - ٢٠ سنة (عادة نحو سبع سنوات) . ويصبح هذا المريض مأساة فى عائلته ، ويسبب آلامًا نفسية لكل من حوله ولكل من يعرفه ، وإذا ما ظهر المرض فلا شفاء ، ولقد اتضح أن مخ مريض ألازهايمر يحمل نسبة مرتفعة للغاية من الألومنيوم ، ربما جمعها المخ مما يتعاطاه الفرد من مياه وعقاقير - مثل مضادات الحموضة ، الأمر الذى قد يشير بإصبع الاتهام إلى هذا العنصر ، والذى قد يؤثر كثيرًا فى انتشار أدوات المطبخ المصنوعة منه .

ولقد اكتشف علماء البيولوجيا الجزيئية جينًا يسبب النوع العائلى من مرض ألزهايمر على الذراع الطويل للكروموزوم ٢١ - ثمة جين يشفر لبروتين يسمى بروتين الطليعة النشوانى ، حدثت به طفرة نقطية بسيطة ، هو المسبب لهذا المرض ، إذ ينتج هذا الجين

الطافر بروتينًا يحل فيه حامض الأيزوليوسين محل حامض الڤالين فى الموقع رقم ١٧١ بسلسلة الأحماض الأمينية التى تشكله (أى يتحول الحرف رقم ٥١٣ من أ إلى ج) .

كنت أحبه كثيرًا ، ذلك الرجل الذى سافرت لكى أُتتلمذ على يديه بمعهد الوراثة بجامعة إدنبره . أُصبح عندى بعد أن عرفته المثال الحق لرجل العلم : تواضعًا ،وحبًّا للخير ، وذكاءً منقطع النظير . كان خجولاً ، كان فى الحق أذكى من قابلته فى حياتى . استمرت صلتى به بعد عودتى . وفى سنةٍ لم تصلنى منه بطاقة الكريسماس .وعلمت أنه توفى . فى صيف ١٩٩٠ سافرت إلى إدنبره ، ومضيت أسعى إلى منزله ، لم تعرفنى زوجته أول الأمر . لقد غيَّر الزمن منا كثيرًا . ثم رحبت بى عندما تذكرتنى . طلبتُ صورة له . فلقد كان يخجل حتى أن يقف بيننا نحن طلبته لتُلتقط لنا معه صورة . وعلى عشاء صغير بمنزل أحد أساتذتى بالمعهد حكت لى كيف توفى . لقد أصبه مرض ألزهايمر . كانت تبكى وهى تقول : « تصور ، هذا العبقرى الذى تعرفه يصبح فجأة طفلاً ، لم يعد يعرفنى فى آخر أيامه ، ولم يعد يعرف أبناءه ، أصبح طفلاً فى كل ما يفعله ويقوله » . ثم أُردفت تقول : « كان لدينا كلب عاش معنا زمنًا طويلاً ، ثم أُصابه السرطان ، وطلبتُ جمعية الرفق بالحيوان ، فأعطوه حقنة مات بعدها فى هدوء » .. ثم ازداد بكاؤها وهى تقول : « لا أُعرف ، لا أعرف ، أليست

هذه .. أليست هذه .. » ثم صمتت . لم يفتنى ما تقصده . كانت تعنى « الموت الرحيم » ، تلك القضية الاجتماعية الدينية الخطيرة ، إنها مأساة الإنسان . يسعى بعلمه لكى يطول عمره ، فإذا ما طال به العمر سئم ، أو عذبته شيخوخته .

* * *

شهد العقدان الأخيران من القرن الماضى ثورة فى « اليوجينيا » — التحسين الوراثى للإنسان — قام بها جالتون ، ابن عمة تشارلس داروين . بلغت هذه الثورة ذروتها فى أوائل هذا القرن ، واستمرت حتى قرب منتصفه . كانت ثورة « لا علمية » اعتمدت على تحيزات عرقية وطبقية وقليل من العلم وكثير من العلم « الزائف » وانتهت بمأساة النازى . وعلى بدايات هذا القرن بدأت ثورة رائعة فى علوم الفيزياء ، غيرت حياتنا كثيرًا إلى الأفضل . لكنها نبهتنا — بعد هيروشيما ونجازاكى فى أغسطس ١٩٤٥ — إلى أهمية البعد الاجتماعى والسياسى للعلم . وفى سنة ١٩٥٣ اكتُشف اللولب المزدوج ، وبحلول عام ١٩٧٣ كنا قد تمكنا من التطعيم الجينى ، لكن ثورة اللولب المزدوج — الذى أصبح الآن جزءًا حميمًا من التراث الحضارى للبشرية — هى ثورة مختلفة . نضج العلم ، نضج العلماء ، ونضج الوعى الاجتماعى لتوجيه العلم ، عرف

الإنسان موقعه فى الطبيعة . عرف أنه ليس « السيد القاهر » ، وأن عليه أن يعامل رفاقه من الكائنات على الأرض معاملة الند والرفيق – رغم كل ما يمتلكه من أسلحة علمية . كل منا يحمل فى خلاياه أربعة أمراض وراثية أو خمسة . كل منا ينتمى إلى أقلية وراثية ، فتح العلم أمامنا عالمًا جديدًا لابد أن تسوده السماحة والتواضع .

كلنا مرضى . كلنا سنمرض ، والعلم وسيلتنا لتخفيف الألم .

٦

الوراثة الجزيئية والسرطان

إذا كان الرمد مرضًا يصيب العين ، وكان السل مرضًا يصيب الرئة ، فإن السرطان مرض يصيب الجهاز الوراثى . وفى أيام الشباب ، عندما كنا نكتب الشعر ونقرأ العلم – قبل أن نكتب العلم ونقرأ الشعر – كتبتُ مرة (من الرَّمَل) أقول :

إننا نحيــــا زمـــان السـرطانْ
إننـــا نحيـــا زمان الأسبرينْ
زمن الظلم وأنصاف الحلول !

كان الأسبرين عندى يمثل المهدئ الذى يخفف الألم ولا يعالج السبب ، وكان السرطان يمثل عندى الظلم : نمو خبيث طفيلى يتمكن من جسم الإنسان ويطغى على حساب الأصل حتى يقتله . هو مرض من أمراض العصر ، يقتل الآن واحدًا من كل أربعة ، يموت بسببه فى الولايات المتحدة ١٤٠٠ شخص فى كل يوم ، مرض نخشاه جميعًا ، بل ويخشى الكثيرون حتى أن يذكروا

اسمه . ولصوره الخبيثة فى الحق أسماء تختلف باختلاف موقعها : فهى الميلانوما إذا كانت فى الجلد ، وهى الكارسينوما إذا كانت فى الأنسجة الطلائية ، وهى الساركوما فى الأنسجة الضامة ، والبلاستوما فى الخلايا الجنينية ، واللوكيميا فى الدم .

أخطر أمراض العصر :

والسرطان : مرض غير مُعْد يصيب الجميع بلا تمييز ، الطفل كما الكهل ، المرأة كما الرجل ، الأبيض كما الأصفر كما الأسود ، هذا الشعب كما الآخر ،إنما بنسب قد تختلف . فالكهول أكثر إصابة من الأطفال ،هم أكثر إصابة لأن السرطان مرض يصيب المادة الوراثية ، وخلايا الكهول قد انقسمت آلاف المرات ، لا مئات المرات كما هو الحال مع الأطفال ، وفى كل انقسام تحدث أثناء نَسْخ الدَّنا أخطاء ، طفرات ، يمكن لخلايا الأطفال أن تقوم بتصحيح معظمها (نحو ٩٩,٩٪ منها) ، لكن هذه القدرة على الإصلاح تقل مع تقدم العمر ، مع تزايد عدد مرات النَّسْخ . ثم إن المادة الوراثية – شريط الدَّنا – معبأة فى قطع (كروموزومات) ، كل يحمل فى طرفه منطقة ذات طول محدد يبلغ نحو عشرين ألف حرف فى كروموزومات الطفل . « يبلى » أو « يتآكل » من هذه المنطقة فى كل انقسام نحو أربعة أحرف .

ليصير طولها عند عمر الستين نحو عشرة آلاف حرف أو أقل .
جسم الشيخ منا إذن يعمل بتعليمات وراثية ناقصة ، تمتلئ بأخطاء « الطباعة » أو « النسخ » . فإذا علمنا أن نسبة مَنْ هم فى سن الخامسة والستين أو أكثر قد ارتفعت من أقل من ١٪ من سكان العالم فى عام ١٩٠٠ (حيث كان يوجد نحو ١٤ مليون شخص فى هذه الشريحة العمرية) إلى ما يزيد على ٦٪ فى عام ١٩٩٢ (نحو ٣٤٠ مليون نسمة) عرفنا لماذا يكون السرطان أحد أخطر أمراض العصر (الثانى بعد مرض القلب) .

ثم إن بعض السرطانات يصيب النساء أكثر مما يصيب الرجال ، فنسبة مَنْ يصاب بسرطان الثدى من النساء (وهذا مرض يصيب فى الدول الصناعية امرأة من كل تسع) ، تبلغ نحو مائة وخمسين ضعف من يصاب به من الرجال ، وسنجد أن لكل شعب « سرطانه » السائد (وإن كان سرطان الرئة هو أكثر السرطانات شيوعًا فى العالم كله) : فسرطان الكبد هو السائد بين الصينيين وشعوب أفريقيا وجنوب شرقى آسيا ، وسرطان المعدة بين اليابانيين ، وسرطان القولون والصدر والبروستاتا بين الأمريكيين ، وسرطان القولون والثدى بين الإنجليز .

أسباب السرطان :

تقترح الدراسات الحديثة أن نسبة تبلغ ٣٠ – ٥٠٪ من السرطانات

بالدول الصناعية ترجع إلى الغذاء ، وأن ٣٥٪ منها يرجع إلى التدخين وحده (فالطباق لا يرتبط فقط بسرطان الرئة ، إنما أيضًا بسرطان المثانة والبلعوم والمرىء والبنكرياس والكلية) ، وأن ٥٪ منها راجع إلى المواد المُسرطِنة بالبيئة . وهناك سرطانات أخرى ، كسرطان الكبد ، تنشأ عن عدوى فيروسية ،كما أن هناك سرطانات تورث (تمثل نحو ٢ - ٥٪ من كل السرطانات) ، نعنى أن ثمة جينًا مسئولا عن المرض ينقله الفرد إلى نسله (كما اتضح مثلا فى بعض صور سرطانات الثدى ، وفى سرطان القولون) . ينتج السرطان إذن عن أسباب بيئية وفيروسية ووراثية ، كلها تؤدى إلى إفساد دَنا بعض الخلايا ، بشكل يجعلها تهمل ما يصلها من إشارات تخبرها بأنْ تتوقف عن الانقسام ، ومن ثم تمضى تنقسم وتنقسم بشكل فوضوى ، دون رادع ، لتتحرك وتنتشر فى جسم المريض ، وتقتله فى نهاية المطاف . معظم السرطانات إذن لا يورث ، بالرغم من أنها تنشأ عن عطب فى المادة الوراثية ،إذ يصيب العطب - خلال حياة الفرد - بضعة جينات فى خلية أو أكثر ،فتنقسم ويتوالى انقسامها لتنشأ عنها مجموعة ضخمة من الخلايا كلها يحمل الدَّنا المعطوب .فى عمق خلايانا نحمل بذور فنائنا .

ماذا تفعل الخلية « المهذبة » ؟ :

بعد أن يُخْصِب الحيوانُ المنوى البويضةَ ويتكون الزيجوت ، يبتدئ هذا فى سلسلة محمومة من الانقسامات ، وتبدأ الخلايا فى التحرك والهجرة من موقع لآخر لتكوّن الأنسجة المختلفة ، هذه

تبنى العضلات ، وتلك تبنى العظام أو المخ إلخ . وبعد فترة من هذا النشاط المحموم ، يهدأ الأمر ، ويتوقف الكثير من الخلايا عن الهجرة ، فتقبع فى أماكنها وتتخذ صورتها الناضجة وتتوقف عن النمو . ينظم هذا العملَ كله چيناتٌ منشِّطة للانقسام والنمو ، وچينات مثبطة له .

على أن هناك خلايا تستمر فى التكاثر والانقسام طيلة حياة الفرد ، فتظل إذن محتفظة ببعض خصائص الخلايا الچنينية . من بين هذه ، هناك الخلايا التى تكون الجلد الذى يغطى الجسم ، والخلايا الطلائية التى تبطن الكثير من الأعضاء الداخلية كالأمعاء والرحم والرئة والقنوات اللبنية فى الثدى .ثمة حقيقة لافتة للنظر هنا هى أن نحو ٩٦٪ من السرطانات ينشأ من مثل هذه الخلايا . فى هذه الأنسجة تنقسم الخلية إلى اثنتين ، تحتفظ السفلى منهما بصورة الخلية الأم وتؤدى وظيفتها بينما تُدفع الأخرى (وهى أبدًا لا تنقسم) إلى أعلى النسيج بالخارج ، لتعمل بضعة أيام قبل أن تموت وتسقط (فى الأمعاء أو الكبد أو من على سطح الجلد ..) . وهناك خلايا أخرى غير هذه تستمر أيضًا فى النمو لعل أهمها خلايا الكبد ، وخلايا نخاع العظام – فنخاع العظام مثلا ينتج فى كل ثانية نحو أربعة ملايين كرة دم . وسنجد أيضًا أن هذه الخلايا أكثر تعرضًا لأن تصبح بؤرًا سرطانية .

لكنك إذا جرحت أصبعك مثلا ، فستحدث فجوة تفصل خلايا بالجلد كانت قبلا متلاصقة .هنا تصل رسائل چينية على الفور إلى

الخلايا الأم المجاورة للجرح ، فتستعيد قدرتها على الانقسام السريع والتحرك ، لتملأ الفراغ الناشئ بخلايا جديدة ، ثم إنها تمدها أيضًا بأوعية دموية تغذيها ، إذ تبدأ جينات معينة فى إرسال رسائل بروتينية تشجع نمو شعيرات دموية فى الجرح ، فإذا ما التأم الجرح ، صمتت مرة أخرى الجينات التى تشجع الانقسام والهجرة ، وتوقف إنتاج تلك الرسائل البروتينية ، وعاد الأمر إلى سيرته الأولى .

ماذا تفعل الخلية « المتمردة » ؟ :

شيء مريب يحدث فى الخلايا السرطانية ، عطب يصيب عددًا من الجينات بها يدفعها إلى سلوك غريب متمرد ، إذ نجدها تتصرف كما لو كانت بجوار جرح ، فتظل تنقسم وتتحرك وتشجع نمو شعيرات دموية جديدة ، وكأنها تريد أن تملأ فجوة جرح وهمى لا وجود له .

تتكاثر إذن هذه الخلايا معطوبة الدنا ، لتنتج خلايا أكثر معطوبة الدنا ، تبدأ فى منافسة خلايا الجسم الطبيعية « المهذبة » .وبعد فترة يتكون الورم– ورم ليس حتى الآن خطيرًا ،إذ يمكن استئصاله جراحيًا دون خطر ، ولقد يظل معنا عشر سنين أو حتى عشرين ، إذا لم تحدث بخلاياه طفرات وراثية جديدة ، إن واحدًا من كل خمسة منا يحمل مثل هذه الأورام الحميدة . إن كل الرجال تقريبًا ممن بلغوا سن السبعين يحملون مثل هذه الأورام فى البروستاتا .

فإذا ما حدثت طفرات أخرى بخلايا الورم ، ونَشَّطت جيناتٍ تنتج ما يشجع نمو أوعية دموية جديدة حول الورم الصغير وداخله ، تُوفر له الدم ، بدأت الكتلة السرطانية فى النمو السريع ، ليتضاعف حجمها فى ظرف بضعة أشهر (وتظل الأورام حتى هذه المرحلة مما يمكن التعامل معه) . لكن وصول الدم للكتلة السرطانية يجعلها – لسبب مجهول – عرضة لمعدل مرتفع غير طبيعى من الطفرات ، فتصمت آليات « مراجعة نسْخ » الدَّنا ، وتصمت آليات إصلاحه ، وتتراكم الأخطاء الوراثية ، وينتهى الأمر بطفرات تسمح للخلايا السرطانية بالهجرة والتجول داخل الجسم ، فإذا بها تسبح فى الدم ، وتعتدى على جهاز المناعة ، وتهاجم أجزاء أخرى من الجسم ، وتزرع الأورام فى أماكن منه عديدة .لقد انفلت عيارها وانطلقت تقضى على عائلها .

فماذا نفعل نحن ؟ :

علينا بقدر المستطاع أن نتجنب التعرض لأسباب السرطنة . التدخين وحده يسبب ٨٠٪ من سرطان الرئة والشعب الهوائية .إن تجنب التدخين وشرب الخمور يخفض النصف من كل السرطانات .علينا أن نتجنب تناول الأغذية الغنية بالدهون – لاسيما الحيوانى منها . إن هذه الأغذية تسبب سرعة انقسام الخلايا

الطلائية بالقولون ، ومعها يزداد - لسبب لا ندريه - معدَّل تدمير المادة الوراثية بها . فإذا ما خفضت نسبة الدهن الحيوانى فى الغذاء بنسبة النصف انخفضت معه الإصابة بسرطان القولون بنسبة النصف أيضًا ، ويمكننا أن نخفض معدل الإصابة بسرطان الأمعاء بزيادة ما نتعاطاه من الألياف النباتية ، ومن معدل الإصابة بسرطان الجلد بتقليل التعرض لأشعة الشمس المباشرة .ثم إن الاختبار الروتينى البسيط لكشف سرطانات الثدى وعنق الرحم والبروستاتا يمكن أن يفيد كثيرًا فى قهر السرطان .

بالجراحة يستطيع الطبيب أن يستأصل الورم السرطانى ، لكن عليه أن يزيل كل خلايا السرطان - وإلاَّ عاد ثانية . وهناك العلاج الكيماوى والعلاج بالأشعة ، وفى هذا الأخير يحدد الطبيب موقع الورم ثم يوجه نحوه الأشعة (التى ستمر لا محالة خلال أنسجة غير مريضة) . والمواد الكيماوية المستخدمة فى العلاج ، وكذا الأشعة ، تؤثر فى عملية انقسام الدَّنا ، ولما كانت الخلايا السرطانية دائمة الانقسام ، فإنها ستتأثر بها تأثرًا مباشرًا ، بينما لا تتأثر الخلايا التى لا تنقسم . لكن هذه الكيماويات وتلك الأشعة ستصيب لاشك أيضًا بعض الخلايا الطبيعية التى تنقسم ، كالخلايا الأم المبطنة للأمعاء وخلايا تكوين الشعر وخلايا نخاع العظام التى تكوّن كرات الدم . من هنا تلك الآثار الجانبية الخطيرة التى

تصاحب مثل هذا النوع من العلاج : سقوط الشعر ، والغثيان ، والمتاعب الدموية لمعظم المرضى الذين يعالجون كيماويا أو بالأشعة .

لكن العلاج الكيماوى ، أو بالإشعاع ، لا يمكنهما معالجة الكثير من السرطانات ، ثم إنهما قد يسممان المريض حقًّا .هما لا يعتمدان على تفهم حقيقى للمرض ، إن أيا منهما – كما يقال – أشبه ما يكون بقنبلة نووية يدوية تُلقى على أمل أن تَقْتل مِنَ الخلايا السرطانية أكثر مما تقتل من الخلايا المؤدبة .

واتجهنا إلى المستوى الجزيئى :

الحل إذن لكى نتفهم السرطان هو أن نتجه إلى المستوى الجزيئى ، إلى الجينات وتركيبها الرهيف ، حتى نستطيع أن نصنع قنبلة « نظيفة » تتجه فقط إلى الخلايا السرطانية ، وتترك كل ما عداها دون أذى – قنبلة تدخل الجسم ، فتأخذ طريقها إلى الخلايا المريضة المسعورة وحدها ، أينما كانت ، تدمرها ، وتمر على بقية الخلايا مرور الكرام ، وقد كشف العلماء بالطاقم الوراثى عددًا من جينات تسمى جينات السَّرطنة ، أو « الأونكوجينات » ، تستجيب فى صورتها الطبيعية لرسائل تشجيع النمو بأن تدفع الخلية إلى الانقسام ، فإذا ما حدث بها طفرة ، سنجدها تترك الخلية تنقسم كما لو كانت تتلقى رسائل تشجع النمو بلا انقطاع . ولقد كشف العلماء أيضًا عن زمرة أخرى من جينات تسمى

جينات تثبيط الأورام ، تأمر الخلايا بأن تتوقف عن الانقسام إذا تلقت من الخارج رسائل تثبيط النمو . فإذا ما وقعت بهذه الجينات طفرات فإنها تدفع الخلايا إلى أن تُهمِل ما يصلها من رسائل تثبيط النمو ، فتمضى تنقسم بلا رادع ، ويرى العلماء إذن أن حدوث العطب فى هذه الجينات وتلك ، سويا (الأونكوجينات وجينات تثبيط الأورام) - بجانب الطفرات الضرورية لإطلاق عنان الخلايا للتحرك داخل الجسم - هى التى تسبب السرطان وانتشاره فى الجسم .

كان فاينبرج هو أول من اكتشف أونكوجينا فى حيوان ثديى ، فى جرذ : عرف هويته ،وحدد تتابع القواعد فيه (وأُسمى بعد ذلك : هير - ٢/ نُوى) . التَقَط هذا الجين من خلية سرطانية ، وأولجه فى خلية طبيعية ، فتحولت إلى خلية سرطانية . بمعرفة تتابع القواعد (الأحرف) فى الجين أمكن معرفة البروتين الذى ينتجه .ولقد اتضح أن هذا البروتين هو أشبه ما يكون بما يسمى « المستقبل » (بكسر الباء) . والمستقبِل جزىء بروتينى يعمل « كالإيريال » يقبع على سطح الخلية الخارجى ليتلقى الإشارات من الخارج وينقلها إلى داخل الخلية .

وجزىء المستقبِل الذى ينتجه الجين الطبيعى يتكون من سلسلة من ١٦٠٠ حمض أمينى (تنتج عن ٤٨٠٠ حرف من حروف

الدَّنا) . والجزىء الذى ينتج عن الطفرات لا يختلف عن هذا إلا فى حمض واحد لا أكثر ! فإذا ما تلقى المستقبِل الطبيعى إشارة تقول « فلتنشِّط عملية الانقسام » قام بإبلاغ الخلية فتبدأ فى الانقسام . لكن البروتين الناتج عن الجين المعطوب ، هذا المستقبِل المعطوبَ ،يأمر الخلية بالانقسام ، سواء وصلته إشارة التنشيط أم لم تصله .

ولقد عثر العلماء على نفس هذا الجين فى نحو ٢٥٪ من المريضات بسرطان الثدى من النساء – نفس الجين ، لكن الطفرة فى حالة النساء لم تكن هى نفس الطفرة التى وجدها فاينبرج فى جين الجرذان . يحمل الفرد فى مادته الوراثية كما نعلم صورتين من كل جين (واحدة تأتى من الأب والأخرى من الأم) . لكن اتضح أن الخلايا السرطانية فى أورام ثُدِىِّ هؤلاء النسوة تحمل نسخاً إضافية من هذا الجين هير – ٢/ نُوى ، وصلت فى بعض الحالات إلى خمسين . تتسبب هذه الجينات الإضافية فى تكوين عدد أكبر من المستقبِلات ، قد يصل إلى عشرة آلاف ضعف الطبيعى ، وهذه تشجع الخلايا على الانقسام .لكنها جميعًا توجد على أسطح الخلايا .

إذا ما حُقن بالجسم بروتين غريب ، قام على الفور بإنتاج مواد تسمى « الأجسام المضادة » تتعرف بالتحديد على شكل هذا

البروتين وتدمره ، حُقن بروتين هذا المستقبِل الآدمى « الظالم » فى الفئران ، فأنتجت الجسم المضاد له .ومن تحليل تتابع الأحماض الأمينية بهذا الجسم المضاد ، أمكن تشكيل حروف الجين المنتِج له ، طُعِّم هذا الجين إذن فى خلايا فأر فى مستنبت ،فأنتجت قدرًا كبيرًا من الأجسام المضادة تخصيصًا للمستقبِل البشرى . حُقنت هذه الأجسام المضادة فى أجسام نساء مصابة بسرطان الثدى ، فاتضح بالفعل أنها تتجه على الفور إلى الخلايا السرطانية تحديدًا ، وأنها تمر بالفعل مرور الكرام على الخلايا الطبيعية . ثمة نتائج أولية إيجابية مشجعة تدل على نجاح هذه الأجسام المضادة فى وقف النمو السرطانى – ويجرى الآن تطويرها .

ويتجه التفكير الآن إلى إضافة المواد المشعة والكيماويات السامة (التى تستخدم حاليًا فى العلاج) إلى هذه الأجسام المضادة ، لتحملها عبر الجسم ، وتتجه بها بالتحديد إلى الخلايا السرطانية فقط فتقتلها . ستكون هذه هى « القنبلة النظيفة » .

ذلك الكائن العجيب :

لكن أخطر ما تكتسبه الخلايا السرطانية هى صفة القدرة على التجول فى الجسم . فهل تستطيع الوراثة الجزيئية أن تُعين ؟ لكى تتحول الخلية السرطانية إلى مثل هذا السلوك ، عليها أولا أن

تخترق الغشاء الخشن للورم الذى يغلف معظم الأورام الجديدة ويفصلها عن تيار الدم ، ثم عليها أيضًا أن تتحمل البقاء فى تيار الدم ، وأن تتمكن من تركه ومهاجمة أنسجة جديدة ، ثم أن تشجع نمو أوعية دموية فى المنطقة التى تهاجمها .يا ترى ، أثمة چين أو چينات يلزم أن تطفر لتمنح الخلية مثل هذه الصفات ؟ أثمة فارق يمكن أن نكتشفه فى دَنا الخلايا المتجولة يميزها عن الخلايا الطبيعية ؟ .

اكتشفت العالمة بات ستيج – وهى تعمل على سرطان الثدى – مثل هذا الجين ، وأطلقت عليه اسم ن م – ٢٣ .أثبتت الدراسات أن كل الخلايا الطبيعية تحمل نسخًا عاملة من هذا الجين ، وأن بعض الخلايا السرطانية المتجولة لا تحمله . ولقد وجد نفس الچين أيضًا فى الكثير من الحيوانات . ثم لاحظت شيئًا عجيبًا ، وهو أن البروتين الذى يصنعه الچين ن م – ٢٣ يشبه بروتينًا ينتجه فُطر يسمى « فطر الدِّبق » .

ولهذا الفُطر دورة حياة غريبة حقًّا . فخلاياه تعيش مستقلة ، كل خلية تحيا كائنا قائما بذاته ، يتحرك فى البيئة ، يهاجم النباتات ويسبب تعفنها . فإذا ما شح الغذاء ، تقاربت الخلايا من بعضها بعضًا ، ثم تكتلت ، لتتخذ شكل حيوان رخوى يتحرك كوحدة واحدة مخلفا وراءه أثرًا مميزًا من الدِّبق . وفى النهاية يبدأ هذا الحيوان فى التناسل ، ليظهر جيل جديد من الخلايا المستقلة .

ولقد اكتشفت ستيج أن خلايا هذا الكائن فى صورتها المنفردة لا تحمل من بروتين ن م – ٢٣ إلا قدرا ضئيلا ، أما فى شكلها المتكتل فإنها تحمل منه مستوى مرتفعًا حقًّا ، أمن الممكن إذن أن يكون الچين ن م – ٢٣ الطبيعى العامل الذى ينتج كميات كافية من ذلك البروتين هو الذى يمنع الخلايا السرطانية من التفكك والانطلاق – فإذا ما فسد ، نقصت كمية البروتين ، وانفلت عيار الخلايا ؟ اتضح من البحث أن الأورام التى تحوى مقادير من هذا البروتين كبيرة ، هى بالفعل أقل قابلية للانتشار من تلك التى تحمل منه مقادير محدودة .أولج الجين ن م – ٢٣ بطرق الهندسة الوراثية فى خلايا سرطانية مأخوذة من ثدى بشرى مصاب ، ثم أدخلت هذه الخلايا إلى جسم الفأر ، ليتضح بجلاء أن قدرة الخلايا على التحول إلى الحالة المتجولة تقل بشكل جلىّ صريح . والعمل الآن يجرى على قدم وساق لتطوير علاج لسرطان الثدى عن هذا الطريق .

تلك بعض النماذج لإسهامات الوراثة الجزيئية فى حل مشكلة السرطان . وهناك بالطبع الكثير غير هذه ، ربما كان لنا هنا أن نذكر تشجيع خلايا الجهاز المناعى للمريض عن طريق حقنه بهرمونات تنتجها خلايا معينة مأخوذة من جسمه بعد عزلها وتنشيطها فى المعمل (لتقوم بتنبيه إنتاج الإنترفيرونات

والإنترلوكين - ٢) ، ثم هناك أيضًا إيلاج چينات عامل تنكرز الدم بخلايا مسحوبة من المريض (وهذا العامل هو بروتين يقتل الأورام بأن يمنعها من تكوين شبكة تغذيها بالدم) ، لتُنمى منها الملايين ، ثم يعاد حقنها فى المريض لمهاجمة سرطان الميلانوما الخبيثة .

تلك النظرة :

كانت الشمس قد غربت ، وبدأ ضوء مصابيح الشارع يلقى ظلالا ، كنت أسير والشارع يكاد يكون خاليًا ، وانتبهت لأجد فتاة شابة على الناحية الأخرى من الطريق ، وهبت نسمة ضئيلة . فأزاحت « الإيشارب » من فوق عنق الفتاة . كان ثمة ورم واضح يكتنفه . أحكمت الفتاة على الفور وضع « الإيشارب » . ثم نظرت إلىّ ، مازلت أذكر تلك النظرة . كان فيها شىء من رعب طاغ ، وشىء من ذلة تطعن فى القلب . يعلم الله أن عينى كادت تدمع وأنا أنقلها بسرعة بعيدًا حتى أوحى إليها بأننى لم أر شيئًا . أترانى دون قصد قد كشفت عن حزن يحتويها تحاول المسكينة أن تخفيه ؟ عرفت عندئذ كيف يمكن أن يكون « الآخر » سببًا من أسباب الألم ، سببًا لا تعالجه على ما يبدو أدوات العلم ، أم تراها تعالجه ؟ ربما كان هذا « الآخر » فى بعض الأحيان هو الجهل .إن

أكثر ما يخيف الإنسان هو ما يجهله . المعرفة هى أول الطريق إلى السعادة . لقد قدم العلم الكثير لكشف سر السرطان . إن الأطباء يمكنهم الآن علاج وشفاء ٦٠٪ من السرطانات . إن ما تم من بحوث خلال السنين السبع الماضية يبلغ ثلاثة أضعاف كل ما سبق من بحوث فى هذا المجال . إننا نتوقع أن نتمكن من حل لغز السرطان على نهاية هذا القرن أو مطلع القرن القادم ، إن البعض يتوقع أن يصبح علاج بعض أنواع السرطان قريبا فى مثل بساطة علاج أنفلونزا حادة — عندئذ ستختفى الرهبة منه ، سنحطم المنجل الذى يحصد به هذا المرض الأرواح — عندئذ ربما تخلصنا من الألم الذى يسببه « الآخر » .

العلم أملنا

٧

الخلية السرطانية
(فك مغالق السرطان)

المريض اسمه جيمس دانجلو . استقبله الدكتور روزنبرج - مؤلف الكتاب الذى نعرضه - ذات يوم فى صيف ١٩٦٨ بحجرة الطوارئ بمستشفى ويست روكسبرى ماساشوستس - كان عمر هذا المريض ثلاثة وستين عاما . له لحية وخطها الشيب لم تُحلق منذ أيام . كان يجلس وحيدًا بلا رفيق ينتظر الطبيب المعالج .لم يكن مسرورًا ولم يكن مستسلما ، على وجهه مسحة من انتصار خفى . كان يحمل سرًّا غَيَّر مجرى حياة روزنبرج .

كان يعانى من آلام فى المثانة ، أوضح الفحص بالأشعة السينية أن بها سرطانًا ، على بطنه كانت ندبة كبيرة . سأله روزنبرج عنها فقال إنها آثار عملية جراحية أجراها بنفس هذه المستشفى . راجع الطبيب سجله فاكتشف قصة لا تصدق .

لقد أجرى دانجلو عملية جراحية بهذه المستشفى لإزالة سرطان

منذ اثنى عشر عاما ، أزال فيها الجراح ورما ضخما .وفى أثناء العملية اكتشف أوراما أخرى كثيرة فى جوفه لم يتمكن من إزالتها . أغلق الجرح .لم يوص بعلاج . لم يكن ثمة ما يمكن عمله . فأرسله إلى منزله كى يموت هناك .

لابد أن التشخيص كان خاطئًا .فالرجل موجود الآن بعد اثنى عشر عاما ، طلب روزنبرج سجلاته ، ومنها اتضح أن الرجل قد جاء إلى المستشفى منذ ١٢ سنة يعانى من إرهاق فظيع ، وتدهور فى وزنه ، وآلام فى البطن حادة . كان يشرب ويدخن كثيرًا .يشرب نحو زجاجة من الويسكى كل أسبوع ويدخن علبتين من السجائر يوميًا . عثر الجراح على ورم ضخم فى معدته . وعلى أورام أصغر كثيرة بالكبد وبعض الحويصلات المتصلبة المثيرة للقلق . كانت أعراض سرطان متقدم أرسل الجراح عينات للفحص الميكروسكوبى ، وأكد الفحص أنها لسرطان ، بل وسرطان شديد العدوانية سريع النمو .

لتخفيف آلام المريض أزال الجرَّاح أكبر كتلة من الورم ومعها ثلثى المعدة ، وترك السرطان النامى بالكبد وبغيره من الأعضاء . التدخل بالجراحة فيها لن يفيد . كان السرطان قد انتشر . وكان ينتشر بسرعة . التشخيص يقول إن الحالة ميئوس منها . ربما مات هذا المريض فى ظرف أشهر معدودة بعد العملية الجراحية .

بعد خمسة أشهر عاد دانجلو إلى المستشفى للمتابعة .كانت حالته طيبة . زاد وزنه عشرين رطلا . عاد إلى عمله .وها هو ذا يرجع بعد اثنى عشر عاما .

هذا أمر مستحيل . لم يعرف الطب فى تاريخه كله سوى أربع حالات مماثلة ، لقد تمكن دانجلو من قهر سرطان المعدة تلقائيا .

على الفور عاد روزنبرج إلى التقرير الباثولوجى ليرى .. ربما أخطأ الجراح فى التشخيص ؟ كلا .التقرير الباثولوجى صريح : المرض هو سرطان عدوانى . هذا غير معقول . لابد أن ثمة خطأ قد وقع . ربما عاود المريض جرَّاحًا آخر أزال الأورام . تحدث روزنبرج مع دانجلو . كلا . لقد أكد له الأطباء أنه سيموت . قالوا إنهم فتحوا بطنه ووجدوا عددًا كبيرًا من الأورام السرطانية ، وأنهم أزالوا معدته ، وهو لم يقابل طبيبًا آخر ، ولم يحاول أن يلتمس علاجًا لدى طبيب آخر ، كل ما فعله هو أن قرأ بضعة أدعية توسل بها إلى الله .

لابد أن هناك سرًّا ، كان روزنبرج على أية حال سيجرى عملية إزالة المثانة لمريضه . قرر أن يتفحص أحشاءه بعناية .عندما بدأ العملية اتضح له أن دانجلو قد فقد بالفعل معظم معدته ، وكان ثمة ندوب داخلية تشير إلى عملية جراحية قديمة . هو إذن نفس

المريض الذى تقول عنه سجلات المستشفى . انتهى روزنبرج من استئصال المثانة . ثم بدأ فى تفحص بطنه من الداخل يبحث عن ورم بطىء النمو أو عن أى أثر لسرطان . لا شىء البتة . لكن أصابع الجراح ترى أكثر من عينيه .بأصابعه تحسس الكبد . لم يكن هناك شىء . كرر المحاولة ثانية .لا شىء . تفحص الأمعاء بسرعة لا شىء – صُعِق الطبيب ، لقد قهر الرجل السرطان . كيف ؟ كيف ؟ من يصدق ؟ .

إن أهم عناصر العلم الجيد هو أن تسأل السؤال المهم : كيف قهر جسم هذا الرجل السرطان ؟ هذا سؤال مهم .لابد أن الأمر يتعلق بجهاز المناعة ، هنا – كما يقول روزنبرج – « بدأ شىء فى داخلى يتوهج ، شىء لا يزال متوهجا حتى الآن ! » .

بدأ روزنبرج طريقه العلمى من هذه النقطة : البحث عن طرق لتنشيط جهاز المناعة بالجسم لقهر السرطان .وهو يقص قصته باستفاضة فى هذا الكتاب الشيق الذى نشرته دار آفون عام ١٩٩٢ . يقع الكتاب فى ٣٣٦ صفحة (بجانب مسرد للكلمات العسيرة ،ودليل) وهو يتألف من ستة وعشرين فصلا (بلا عناوين) تقع فى خمسة أجزاء هى : اللغز – خمس جمل شرطية وجواب – الملاحقة – نهاية البداية – اتجاه جديد . يصف الكتاب تفاصيل تيار تفكير المؤلف وتجاربه – الناجحه والفاشلة – كيف تقود

الفكرة إلى أخرى ، كيف استفاد من تجارب الغير ، كما يبين مشاكل التجريب على البشر . والكتاب – خلال ذلك كله – يمتلئ بالمواقف الإنسانية والتراجيدية لمرضى السرطان وعائلاتهم . يأخذك الكتاب ، عقلا وعاطفة ، ويغمرك فلا تستطيع أن تتركه ، يملؤك عشقًا للعلم وإنسانيةً ، فتحس بأن العلم نعمة أسبغها الله علينا نحن البشر لتخفيف آلامنا . وشاعرى أحيانا هذا المؤلِّف العالم الطبيب . أنظر إليه يكتب : « كنت أحب الليل . ثمة إحساس بداخلى يقول : إن كل العلماء يعشقون العمل وحدهم والليل ساج يغلفهم بهدوئه . ما زلت أذكر تلك البهجة التى كانت تغمرنى وأنا أعمل طول الليل بمختبرى ، أشرب القهوة الساخنة الشاحبة ، ثم أخرج والشمس على وشك البزوغ لأرى المدينة وهى تعود إلى الحياة ، يا له من شعور جياش أن تنجز ما لم يسبق لغيرك أن قام به ، أن تنتج جداول وجداول من أرقام تقودك إلى حل مشكلة لم يسبق لأحد قبلا أن حَلَّها – أرقام طال جهدى كى أُنتجها ، من أجلها صممت التجارب ، وها هى ذى تبشر بحل لمعضلة ، يالله ! أن تكون وحيدًا على حافة هذه الدنيا – ليس كمثل ذلك شعور فى هذا العالم ! » .

السرطان :

اقتحم روزنبرج حقل مرض السرطان . والسرطان مرض كريه .

ثمة من أمراض العصر ما يقتل عادة كبار السن - كأمراض القلب . لكن السرطان يقتل بلا تمييز . هو يقتل من البشر فى سن ١٥ إلى ٣٥ عاما أكثر مما يقتل أىُّ مرض آخر . وفى السرطان تتحول خلايا جسم الشخص نفسه لتصبح غريبة وتنمو بلا رادع . تتغلظ الأورام وتنمو وتنتشر وتأكل الجسم . السرطان يقتل الأبرياء . وهو يمثل تحديًا ذهنيًا للبشر . إنه يمثل السر المركزى للحياة . ودراسته تتطلب التعمق فى طبيعة الوجود نفسه ، فى قضية نشأة الحياة . كيف تعرف الخلية أن عليها أن تنمو ، كيف تعرف متى يلزم أن تتوقف عن النمو ؟ كيف تعرف الخلية أنها ستصبح ظِفرًا ، كيف تعرف أنها ستصبح قلبًا ؟ ، السرطان يطرح نفس هذه المشاكل ، تتميز الخلية السرطانية بخصيصتين : أنها تنمو بلا رادع ، وأنها - على عكس غيرها من الخلايا - تنمو فى مواقع مختلفة من الجسم وتنتشر إليها .

جهاز المناعة :

وجهاز المناعة بالجسم هو الجهاز المنوط به الدفاع عن الجسم طبيعيًّا ضد الأمراض . يظل الجسم فى صراع مستمر من أجل البقاء . هو يقع تحت هجوم خارجى من الڤيروسات والبكتريا وغيرها .ثمة تحصينات أولى ضد الهجوم الخارجى تتمثل فى الجلد والأغشية المخاطية ، فإذا ما فشلت هذه تَحَرَّكَ الجهاز المناعى .

عندما يعمل هذا الجهاز جيدًا فإنه يتعرف على كل مادة غريبة تقتحم الجسم ، ويزيلها .فإذا كانت هذه المادة كائنًا حيًّا كالبكتريا ، قتلها الجهاز المناعى ، وإذا كانت مادة غير حية – كالسم من لدغة نحل – أزالها الجهاز المناعى ، ليبقى الجسم صحيحًا نشطًا .

فإذا لم يعمل هذا الجهاز المناعى كما يجب مرض الإنسان ومات . وأول خطوات دفاع الجسم هى تحديد هوية الهدف الذى يلزم تحطيمه . الوظيفة الرئيسية لجهاز المناعة هى تحديد هوية الذاتى من غير الذاتى ، وإزالة كل ما هو غير ذاتى ، وهذا يعتمد على جهاز معقد للتعرف على كل المواد بالجسم . تحمل كل المواد – بكتريا كانت أم خلية غريبة – على أسطحها مواد ، نعتبرها مفاتيح ، وتحمل عناصر الجهاز المناعى « أقفالا » على أسطحها أيضًا ، تناسب هذه المفاتيح . بعد فترة تطول أو تقصر ستقابل الأقفال المفاتيح ،سيدخل المفتاح الملائم ويحدث اتصال مادى . فإذا ما وافق المفتاح القفل تشكلت رابطة فيزيقية وعرف الجهاز المناعى أن هذه المادة لا ذاتية ، لتبدأ الاستجابة المناعية . الاستجابة المناعية تتطلب دائما هذا الارتباط الفيزيقى .

والمفاتيح ، العلامات على المواد اللاذاتية ، تسمى أنتيجينات ، وهذه يمكن أن نعرِّفها بأنها كل ما يثير الاستجابة من الجهاز

المناعى . والأنتيچينات هى بروتينات على أسطح الخلايا . أما الأقفال فتسمى المستقبِلات . والمستقبِل يرتبط بالأنتيچين .

لا ترتبط كل المستقبِلات على أسطح خلايا الجهاز المناعى ، فالبعض منها يدور مع سوائل الجسم : وهذه تسمى الأجسام المضادة . والأجسام المضادة لا تقتل ، فالعادة أن ارتباطها بالمادة يُسَيِّمها ويجعلها هدفًا للتحطيم من قِبَل عناصر الجهاز المناعى ، هى تجعل مادة التهديد محايدة غير ضارة وذلك بالارتباط بها ، أى أن فعلها يشبه وضع القيد فى يد المجرم لشل حركته .

عندما بدأ روزنبرج عمله كان معظم العلماء يولون جل اهتمامهم لدراسة الأجسام المضادة ، ذلك لأن معظم الاستجابات المناعية (ومنها الإصابة البكتيرية) تتضمن الأجسام المضادة ، وقد طور الجهاز تقنيات معقدة تمكنهم من دراسة هذه الأجسام ، وتمكنوا من اختبارها وتفهمها وقياس آثارها ، يقول جوته : إن الشخص منا يبحث حيث يوجد الضوء . ولقد كان العلماء يعرفون قدرًا كبيرًا عن الأجسام المضادة . كان هناك ضوء . ولقد حاول روزنبرج نفسه أن يعثر على الأجسام المضادة لأنتيچينات الأورام .

عندما لا تكون الاستجابة المناعية فى صورة أجسام مضادة ، أى عندما تقوم خلايا الجهاز المناعى بتحديد هوية الهدف ، والقتل ، فإن الاستجابة تسمى « المناعة الخلوية » . وأهم الخلايا

فى المناعة الخلوية هى خلايا تسمى « خلايا (ت) اللمفية » ، وتسمى باسم (ت) لأنها تنضج فى الغدة التيموسية .

كان المعروف أن الأعضاء المزروعة – جلدًا كانت أو كُلية – تقع تحت هجوم جهاز المناعة الخلوى وخلايا (ت) . رأى روزنبرج أن الأنسجة السرطانية تشترك فى الكثير من الخصائص مع الأنسجة المزروعة ، هى تشبهها أكثر مما تشبه العدوى البكتيرية التى تستثير استجابةً فى صور أجسام مضادة .

وكان بعض الباحثين قد وجدوا أن خلايا (ت) تقتل الأورام فى حيوانات التجارب ، غير أن الكثيرين من علماء المناعة قد رفضوا هذه النتائج .

وكان لروزنبرج رأى مختلف ، هل يمكن أن تُنمى خلايا (ت) خارج الجسم فى الأنبوب ؟ اكتشف العلماء مادة تسمى انترلوكين – ٢ (إل – ٢) تساعد فى نمو هذه الخلايا ، والخلايا اللمفية الرئيسية نوعان : خلايا (ت) وتشكل نحو ٧٠٪ من الخلايا اللمفية) ، وهى تبدأ تناميها فى نخاع العظام ويتم نضجها فى الغدة التيموسية ، وخلايا (ب) ، وتبدأ نموها وتتمه داخل نخاع العظام (وهى تشكل نحو ٢٥٪ من الخلايا اللمفية) ، وهذه الخلايا تحول نفسها إذا ما حُفِزَت إلى مصانع لإنتاج الأجسام المضادة .

وخلايا (ت) بدورها تنقسم إلى نوعين : خلايا قاتلة وخلايا مساعدة ، فأما المساعدة فتنظم المناعة الخلوية وتنظم قدرة خلايا (ب) على صناعة الأجسام المضادة ، وأما الخلايا القاتلة فهى تقتل طبعًا ، وهى تقتل بأن ترتبط بمستقبلات عالية النوعية مع الأنتيچينات .

آه لو أمكن تنمية خلايا (ت) فى المعمل على أن تبقى بعد ذلك قاتلة ، وبدأت الفكرة تختمر فى ذهن روزنبرج ، وفى ٢٨ سبتمبر ١٩٧٧ قام روزنبرج بإنتاج إل - ٢ فى معمله ، وأضافه إلى مستنبتين مختلفين من خلايا (ت) ، الأول يحمل عشرة آلاف خلية (ت) والثانى يحمل مائة ألف خلية . بعد خمسة أيام كان بالأول ثلاثمائة ألف خلية وبالآخر ١,٢ مليون خليه . أمكنه تنمية خلايا (ت) فى المعمل .

حكى روزنبرج القصة لزوجته فلخصت الوضع فى خمس جمل شرطية وجواب :

- إذا تمكنَّا من تنمية خلايا (ت) حيوانية وبشرية فى المعمل واحتفظت بقدرتها على القتل .

- وإذا تمكنا من حقن هذه الخلايا المستنبتة فى المعمل فى حيوان واحتفظت بعد ذلك بنشاطها فى القتل .

- وإذا تمكنا من العثور على خلايا فى حيوانات مصابة بالأورام تهاجم سرطاناتها ، وتمكّنا من تنميتها فى المعمل وظلت محتفظة بنشاطها فى القتل بالمستنبت .
- وإذا تمكنا من حقن هذه الخلايا ثانية فى الحيوانات وظلت تقتل خلايا السرطان .
- وإذا تمكنا أن نفعل نفس الشيء فى البشر .

إذن : فسيمكننا معالجة السرطان

كانت فكرة روزنبرج بسيطة : أن نعثر فى جسم المريض على خلايا (ت) تقتل السرطان ، ثم نأخذها من الجسم وننميها فى مستنبت إلى أعداد هائلة ، ثم نعيد حقنها فى جسم المريض ، فتقوم خلايا (ت) بإبادة السرطان .

ويلزم فى البدء التأكد من إمكانية تنمية خلايا (ت) فى المستنبت لمدد طويلة (باستخدام إل - ٢) حتى يمكن إنتاج أعداد كبيرة منها . قرر روزنبرج أن يعمل على الحيوان والإنسان فى الوقت نفسه اختصارا للزمن ، وكان عليه أن يبدأ بالبحث عن أفضل طريقة لإنتاج إل - ٢ ، وفى الوقت نفسه بدأ يبحث عن طريقة للحصول على خلايا (ت) القاتلة . حاول وحاول . وفى ٩ فبراير ١٩٧٨ كان قد نمى خلايا (ت) القاتلة من الفئران فى المستنبت ، .

وبدأ فى اختبار قدرتها على القتل . كانت الخلايا تقتل فعلا . أعاد الاختبار فى ١٤ فبراير و ٢١ فبراير و ٢ مارس و ٨ مارس . كانت تقتل وتقتل . وكانت الخلايا الهدف هى وحدها التى تُقْتَل فى أنبوب اختبار . لقد أمكن تنمية خلايا (ت) فى إل - ٢ لتظل محتفظة بقدرتها على القتل فى الأنبوب . لكن ، هل ستعمل أيضًا فى الحيوان الحى ضد السرطان ؟ .

* * *

عليه الآن أن يجرب ما إذا كانت هذه الخلايا (ت) المستنبتة خارج الجسم الحى ، ستجد طريقها لتقتل أهدافها فى الجسم الحى . كان ثمة خطر هنا . فالخلايا المزروعة فى المستنبتات خارج الجسم يصل حجمها إلى خمسة أضعاف الحجم الطبيعى فى الجسم ، ومن ثم فمن الجائز أن تُحجز فى الرئة فلا تدور مع الدم ، وبذا لا تؤثر فى الخلايا السرطانية ، بل وقد تقتل الحيوان .

أجريت التجربة على فئران زرع فيها جلد غريب . عومل بعضها بحقن خلايا (ت) قاتلة (نميت فى إل - ٢) موجهة ضد رقعة الجلد وتركت مجموعة أخرى دون حقن . المفروض أن تطرد الحيوانات المعاملة بخلايا (ت) الجلد المزروع أسرع من الحيوانات غير المعاملة . اتضح أولا أن خلايا (ت) المنماة معمليا لم تؤثر فى

الرئة ولم تقتل الحيوان - هذا شيء جيد . لكن الحيوانات المعاملة لم تطرد الجلد أسرع من الحيوانات غير المعاملة . خلايا (ت) التى تقتل فى الأنبوب لم تعمل داخل الحيوان .

علل روزنبرج النتيجة بأن خلايا « ت » الكثيرة التى تحقن فى الحيوانات لا تحمل بينها إلا عددًا محدودًا من خلايا (ت) المطلوبة ، إن أقل من ١٠٪ فقط من خلايا (ت) المحقونة قد تَعَرَّفَ على رقعة الجلد الغريبة وهاجمها ، على روزنبرج إذن أن يركز فقط على هذه النسبة المحدودة ويكثر منها للحقن .. ورأى أن ينمى خلايا (ت) فى إل - ٢ نقى ففيه لن تنمو إلا الخلايا المطلوبة ، لأنها وحدها التى ستنشَّط . وأوضحت التجربة أن هذا رأى صحيح .

بدأ التجربة باستخدام خلايا سرطانية حقنها فى أقدام الفئران ، وانتظر حتى تمكن السرطان من الفأر وانتشر في جسمه ثم قام بحقنه بخلايا (ت) . هذا اختبار لقدرة خلايا المناعة أن تتحرك فى الجسم وتقتل فى كل مكان به . وفى أواخر ١٩٨١ تحقق أول علاج . مات كل حيوان لم يحقن ، خلال ٢٤ ساعة ، وعاش كل فأر حقن بخلايا (ت) رغم كبر حجم الأورام . عثرت خلايا (ت) على خلايا السرطان بكل مكان بالجسم وقتلتها . كررت التجربة بنفس النجاح . لكن اتضح أن خلايا (ت) الأفضل فى القتل فى أنبوبة الاختبار لم تكن هى الأفضل فى القتل داخل الحيوان .

هناك شيء آخر بجانب القدرة على القتل تحدد مدى نجاح المعاملة ، ما هو هذا الشيء ؟ كان عليه أن يبحث فى الجهاز المناعى لحيوان أو إنسان مصاب بالسرطان ، عن خلايا يمكنها التعرف على الأورام ليقوم بتنميتها فى إل - ٢ ويختبر نشاطها فى القتل فى مستنبت . كان ثمة أماكن يمكنه البحث فيها : أولها « الطحال » الذى يتكون معظمه من الخلايا اللمفية التى قد تحمل خلايا مضادة للسرطان . لكن غيره من العلماء قد فشلوا فى العثور على مثل هذه الخلايا فيه . وعلى هذا فقد وجه روزنبرج اهتمامه إلى الموقع الذى نتوقع أن يوجد به أكبر تركيز من الخلايا المضادة للورم - الورم نفسه . قرر إذن أن يبحث فى الأورام نفسها ، واختار ورم الساركوما الذى يمكن إحداثه فى الفئران إذا عوملت بمادة ميثايل كلور آنثرين (م ك أ) - ذلك لأنه يشبه سرطانات الإنسان . عزل الخلايا اللمفية من الورم ثم كاثرها فى إل - ٢ . نَمَت الخلايا جيدًا . اختبر قدرتها على القتل بأن مزجها بخلايا مأخوذة من الورم ، قتلت الخلايا المنماة فى إل - ٢ خلايا السرطان .

وكان القتل ضعيفا لكنه مؤكد . قرر إعادة التجربة . أضاف إل - ٢ إلى مزيج من خلايا الورم والخلايا اللمفية . استقرت خلايا الورم فى قاع الطبق ، ثم أخذت فى البداية تنمو فى شكل

سجادة على سطح الطبق . وبعد بضعة أيام لاحظ جزرا شفافة تظهر في السجادة ، بقعا خالية من خلايا الورم . فحص الطبق تحت الميكروسكوب . فى وسط الجزر الخالية كانت الخلايا اللمفية التى قتلت خلايا الورم فى الطبق .

قام روزنبرج إذن بإجراء تجربة أوسع عرَّض فيها خلايا لمفية من ورم لخلايا ورم آخر . توقع ألا تهاجم هذه الخلايا اللمفية ذلك الورم الآخر . لكنها قتلته - كيف ؟ المفروض أن الخلايا اللمفية نوعية ، تختص بالورم الذى نشأت ضده . ما الذى يحدث ؟ الخلايا اللمفية تقتل كل الأورام . هى ليست متخصصة . أجرى نفس التجربة على سرطانات بشرية . حصل على نفس النتيجة .

ماذا إذا لو جرب سحب الخلايا اللمفية من دم أو ورم مريض بالسرطان ، ثم تنميتها فى إل - ٢ لإكثار أعدادها وحقنها ثانية فى المريض ؟ فى الساعة التاسعة والثلث من صباح يوم ٢٩ يناير ١٩٨٠ كان يحقن أحد مرضاه بمائة وخمسين مليون خلية حضَّرها بهذه الطريقة . غير أن الخلايا لم تتجمع حيث الورم ، ومات المريض بعد بضعة أشهر . ومثله مات مريضان آخران عوملا بنفس المعاملة . كان المريض يحمل ورما يزيد على الكيلو جرام . والجرام من الورم فيه بليون خلية ، فكيف تؤثر ١٥٠ مليون خلية فيه ؟ .

إذن فليجرب حقن المريض بمادة إل - ٢ نفسها . ربما ساعدت هذه فى تنمية الخلايا اللمفية داخل الجسم . كان عليه أن ينتج

قدرًا كبيرًا من هذه المادة . بدأ يبحث عن مصادر جديدة لمادة إل - ٢ ، كما استمر يبحث عن خلايا مناعية فى المرضى تدمر بالتحديد سرطاناتهم ، فالخلايا القاتلة غير النوعية تبدو أضعف من أن تصلح كعلاج .

وجه معمله لدراسة الخلايا اللمفية بتوسع . وأخيرًا اكتشف خلايا لمفية لم يسبق أن تعرف عليها أحد ، أسماها خلايا (لاك) ، خلايا قاتلة تُنَشَّط باللمفوكينات - وهذه بروتينات تفرزها الخلايا اللمفية (وإل - ٢ من اللمفوكينات) . فتح المعمل مجالا كاملا فى علم المناعة ، وجرب استخدام إل - ٢ كعلاج لأورام الفئران . فظهر أن له أثرًا واضحًا .

بدأت شركات البيوتكنولوجيا فى سباق محموم لإنتاج هذه المادة . إنها ستدر الملايين من الدولارات . وبدأت الشركات تنتج إل - ٢ من البكتريا بعد تطعيم مادتها الوراثية بالجين المطلوب . أنتجت مقادير منها كبيرة جدًّا . واختبر روزنبرج كفاءة هذه المادة الناتجة من البكتريا المطعومة ، فوجد أنها صالحة تماما لتنمية الخلايا اللمفية ، لاسيما خلايا « لاك » .

فى ٩ سبتمبر ١٩٨٣ بدأت تجربة على فئران حقنها تحت الجلد بخلايا سرطانية لمحاولة علاجها بمادة إل - ٢ الناتج عن البكتريا المهندسة وراثيا . لكن الأثر لم يكن واضحًا . وفى نفس اليوم بدأ

تجربة أخرى حقن فيها الفئران بخلايا السرطان فى الدم (لا تحت الجلد) لتدور مع الدم ، وانتظر ثلاثة أيام لحين ترسيخ الورم ، ثم قسم الفئران إلى خمسة مجاميع : واحدة للمقارنة بلا معاملة ، وواحدة تلقت ٨٠ مليون خلية لمفية طازجة ، وواحدة تلقت حقنة واحدة بها ٨٠ مليون خلية لاك ، وواحدة حقنت فى البطن بإل - ٢ المطعوم فقط ثلاث مرات يوميا لمدة ثلاثة أيام والأخيرة تلقت ٨٠ مليون خلية (لاك) بجانب حقن إل - ٢ .

ظهرت النتائج يوم ٢٣ سبتمبر ، وكانت صريحة لا لبس فيها تؤكد توقعات روزنبرج . يقول : « كانت لحظة كالصاعقة ! كان أول رد فعل هو إدراك معنى النتائج . ثم أخذت أتعمق المعنى ، لينتشر داخلى ، ويصبح منى ! ، إن الفرض الذى وضعته منذ سنتين يتنبأ بهذه النتيجة . ها هى ذى أمامى الآن . فى أول مرة أستخدم فيها خلايا (لاك) و (إل - ٢) سويا لعلاج أخبث (ساركوما) ، كان النجاح حليفى . هأنذا أشهد نجاح أول تجربة قبل حتى أن أتقن التقنية .

« علينا أن نجرى التجربة مرة أخرى . ومرة أخرى تنجح ونحصل على نفس النتيجة » ، « لقد نجحنا ! أخذنا خلايا من الجهاز المناعى لحيوان مريض بالسرطان ، ونميناها فى مستنبت ، وأعدناها إلى الحيوان ثانية فهاجمت السرطان وقضت عليه » ، لم يبق إلا أن نجرى نفس التجربة على الإنسان .

حاول استخدام العلاج بإل – ٢ فى ثلاثين مريضًا . لم ينجح العلاج فى أى منهم . ماتوا جميعًا .

* * *

المريضة اسمها « ليندا جرينجر » . شخصية صريحة هادئة طيبة القلب ، تسيطر دائما على عواطفها أكثر مما ينبغى . كانت علاقتها مع أفراد عائلتها وثيقة ، لكنها كانت تأتى إلى المستشفى وحدها . وجد روزنبرج أن مرضها لا يثير فيها الذعر ، لكنه كان يعرف أكثر ، ويعرف أن المفروض أن يتملكها الرعب ، كانت شجاعة . مرة واحدة رآها تبكى . سالت دموعها بعد المعاناة بوقت طويل ، وهى تحكى عن فظاعة ما تحملته ، لم تبك أبدًا أثناء العلاج . كانت مصابة بساركوما خبيثة انتشرت فى ظهرها وأطرافها . وعرفت من الأطباء أنها قد لا تعيش أكثر من عام .

ثم جاءت لتقابل روزنبرج فى ١٤ نوفمبر ١٩٨٤ . أخبرها بأنه يفكر فى حقنها بخلايا (لاك) و (إل – ٢) . شرح لها فكرته فوافقت ودخلت مستشفاه فى ٢٥ نوفمبر . وفى ٢٦ و ٢٧ نوفمبر ظلت لبضع ساعات ودمها يُحَوَّل إلى ماكينة تفصل دمها إلى مكوناته ، ليحصل منه على الخلايا اللمفية . من هذه الخلايا فصل روزنبرج خلايا لاك ونمَّاها ليعيد حقنها فى مريضته . وفى الساعة الثالثة إلا ثلث ظهر يوم ٢٩ نوفمبر حقنها بأول جرعة

من ٣,٤ بلايين خلية (لاك) وأعقبها بحقن (إل - ٢) بمعدل ٧٢٠٠٠ وحدة لكل كيلو جرام من وزنها . أجرى نفس الشيء لمدة ستة أيام . ثم ضاعف الجرعة من إل - ٢ ثلاث مرات بعد الأسبوع الأول لتصل إلى ٢١٦٠٠٠ وحدة . فى يوم ١٠ ديسمبر قال التقرير « المريضة غير مستريحة ، ظهرت بها أعراض جانبية - إديما ، آلام فى المفاصل ، قرح بالفم » . لم تكن تستطيع أن تأكل . كانت تتقيأ كثيرًا وشعرت بضعف شديد . كان هذا أصعب شهر فى حياتها ، كما قالت فيما بعد . وفى ١٠ ديسمبر حصلت على رابع دفعة من لاك وجرعتين من إل - ٢ . استمر العلاج رغم ما تعرضت له من أزمات كادت تقضى عليها ، وفى ٩ يناير ١٩٨٥ أخذ الطبيب من أورامها عينة للتحليل . قال التقرير الطبى : لم نعثر على أى ورم حى .

عادت ليندا مرة أخرى يوم ٢٠ مارس . ولم يكن جسمها يحمل أى أثر لسرطان - اختفى السرطان من جسمها تماما . نجح روزنبرج .

كان السرطان قبل روزنبرج يعالج بالكيماويات وبالاشعاع والجراحة . ووجد روزنبرج علاجًا جديدًا يستخدم فيه جهاز مناعة الجسم نفسه ، وعززه بعد ذلك باستخدام الهندسة الوراثية والعلاج بالجينات - إنها قصة رائعة لشجاعة عالم وهب حياته من أجل المهمة الأولى للعلم : تخفيف آلام البشر .

٨

حواء ... وعلم الوراثة الحديث

فى العدد الصادر بتاريخ ٢٤ مارس ١٩٨٦ من جريدة « سان فرانسيسكو كرونيكل » فوجئ القراء بعنوان مثير يقول « أمنا جميعًا .. نظرية عالم » . يقول الخبر إن العلماء فى بيركلى بجامعة كاليفورنيا قد توصلوا باستخدام تقنيات الوراثة الحديثة إلى دليل علمى يشير إلى أن ثمة امرأة واحدة هى أصل البشر جميعًا ، وأنها كانت إفريقية ، وأنها عاشت منذ نحو ١٠٠ – ١٤٠ ألف عام . باختصار لقد عثر علماء بيركلى على « أم البشر » التى كتب عنها ميلتون (وترجم محمد عنانى) :

السلام عليك يا أم البشر ، يا من ستملئين
الدنيا من رحمك الخصب بأبناء يزيد عددهم
عن هذه الفاكهة المتنوعة التى حملتها أشجار الله
فملأت بها هذه المائدة !

كان خبرًا مثيرًا ، رددته بعد ذلك كل وسائل الإعلام ، وبُذل فيه الكثير من المداد ، وتسبب فى ضجة عن أصل الإنسان دارت

حتى بين العلماء ، وأثارت قضية احتمال أن يكون ثمة أساس وراثى للتمييز العنصرى . استمر الخبر يشغل أذهان الناس فترة طويلة حتى ليصبح الموضوع الرئيسى لعدد يناير ١٩٨٨ من مجلة نيوزويك الأمريكية (تحت عنوان : حواء الإفريقية) .

كان أصل الخبر بحثًا من ست صفحات نشره ثلاثة من العلماء فى مجلة « نيتشر » الشهيرة ، هم : ربيكا كانّ ، مارك ستونكينج ، ألان ويلسون ، انطلى الخبر هذا الفج حتى على بعض العلماء ،فهذا فليب روس يكتب فى مايو ١٩٩٢ بمجلة « العلوم » الأمريكية مشيرًا إلى إمكانية فحص « نظرية ويلسون » هذه : نظرية ويلسون كما رسمتها وسائل الإثارة الجماهيرية .

ما هى الحكاية ؟ ماذا يقول البحث حقًّا ؟ ربما كان لنا أن نبدأ القصة بأن نحكى جانبًا مما كشفه علم الوراثة الحديث من أسرار مادتنا الوراثية .

عناق الحب داخل الخلية :

يتألف جسم الإنسان من نحو ستين ألف بليون خلية ، كل خلية تتكون من سيتوبلازم ونواة ، والنواة بكل خلية هى كرة صغيرة داكنة حين تُصبغ ، وتحمل جزىء المادة الوراثية المسماة « الدَّنَا » . يظهر هذا الجزىء عند الانقسام الخلوى فى صورة قطع متباينة الطول يسمى كل منها كروموزوما ، وعدد

الكروموزومات في كل خلية من خلايانا (باستثناء كرات الدم الحمراء التى لا تحمل دَنا) هو ٤٦ - أو بالأحرى ٢٣ زوجا : واحد من كل زوج جاء من الأب ، وجاء الآخر من الأم . أمك وأبوك قد اشتركا مناصفة فى تكوين جزيئك الوراثى بالنواة ، طبيعى أن تعطى أنت الآخر أبناءك وبناتك نصف جزيئك الوراثى : ٢٣ كروموزوما ، واحدا من كل زوج ، الخلية التناسلية إذن (الحيوان المنوى أو البويضة) تحمل ٢٣ كروموزوما ، تلتقى مع مثيلاتها من زوجك عند تكوين الزيجوت - نعنى عند تكوين الخلية التى ستصبح جنينا ينمو ليغدو وريثك أو وريثتك ، لكنك لا تنقل الكروموزومات فى خليتك التناسلية إلى الزيجوت (ابنك أو ابنتك) فى نفس الصورة التى تسلمتها أنت عن والدك أو والدتك ،ففى مرحلة تكوين الخلايا التناسلية (فى الخصية أو المبيض) يتعانق فردا كل زوج من الكروموزومات عناق حب حميم ، ليتبادلا بعض القِطَع ، هذا يأخذ من ذاك قطعة (أو أكثر) ويهديه فى المقابل القطعةَ (أو القطع) النظيرة منه . يخرج الكروموزوم إذن بعد العناق ، فى خلايا خصية الأب أو مبيض الأم ، وهو يحمل بعضا من رفيقه : تختلط فى الكروموزوم الواحد بعد العناق المادة التى وصلتك من أبيك بتلك التى جاءتك من والدتك . يحدث هذا فى كل أزواج الكروموزومات وتكون نتيجته مزج المادة الوراثية للأبوين قبل تمريرها للنسل .

اللولب المزدوج :

يوجد الدَّنا بالكائنات الحية فى صورة شريطين ، كل منهما متحلزن فى شكل لولب يلتف حول لولب الشريط الآخر ، ليكوِّنا صورة « اللولب المزدوج » الشهيرة . يتكون كل من الشريطين من قواعد كيماوية تؤلف سلسلة يختلف طولها باختلاف الكائن الحى ، فطولها فى جنس البشر يصل إلى نحو ٣٠٠٠ مليون قاعدة ، تنشطر لتوزع – فى غير تساو – على الثلاثة وعشرين كروموزوما . والقواعد التى يبنى منها الدَّنا أربع لا أكثر هى : الأُدنين (أ) ، السيتوزين (س) ، الثايمين (ث) ، الجوانين (ج) . لغة الدَّنا إذن لها أربعة حروف (أى قواعد كيماوية) لا أكثر . يُكتب بها كتاب وراثة كل فرد منا (بل وكل كائن حى آخر) . سنجد فى اللولب المزدوج أن كل (س) على شريط يواجهها بالضرورة (ج) على الشريط الآخر ، وكل (ث) يقابلها بالضرورة (أ) ، بحيث يمكننا أن نعرف ترتيب حروف الشريط إذا عرفنا ترتيب حروف الشريط رفيقه المتعانق معه فى اللولب المزدوج . فإذا كان ترتيب الحروف على شريط هو ج ث ث أ أ س مثلا ، كان ترتيب الشريط الرفيق بالضرورة هو س أ أ ث ث ج .

لغة الدَّنا وأخطاء النَّسْخ :

لغة الدَّنا إذن تشكل أربعة أحرف . و « كلمات » الدَّنا ثلاثية ،

نعنى أن كل كلمة تتألف من ثلاثة أحرف متتالية لا أكثر ، ولأن عدد الحروف أربعة ، فهناك ٦٤ كلمة ثلاثية الحروف (وتسمى الكلمة « كودون ») [٤ مرفوعة للأس ٣] ، وهذه الكلمات الكودونات تشفر لأحماض أمينية (ومن هذه الأحماض تُصْنَع البروتينات) . فالكودون س س أ مثلا يُشَفِّر للحامض الأمينى برولين ، بينما يشفر الكودون س أ س للحامض هستيدين ، والجين (أو الجملة) فى لغة الدَّنا يتألف من عدد من الكودونات يشفر لبروتين معين - وكل بروتين يتكون من تتابع بعينه من الأحماض الأمينية ، تتابع يُترجِم بالطبع تتابعًا من الكلمات على شريط الدَّنا . ولأن هناك ٦٤ كلمة وعشرين حمضًا أمينيًا فقط ، فإن بعض الكلمات يعطى نفس المعنى (الحمض الأمينى) ، وتغير حرف من الحروف (فيما يسمى الطفرة النُقطية) قد يعنى إذن أن يتغير حمض أمينى فى موقع بالبروتين ، الأمر الذى قد يؤدى إلى بروتين مختلف . تحدث الطفرات النقطية بنسبة غاية فى الضآلة ، ولكنها تحدث ، وهى التى أنتجت معظم التباين الوراثى الهائل فى الكائنات الحية .

السُّبحيات :

غير أن خلايانا تحمل فى السيتوبلازم خارج النواة دَنا آخر يضم بعض الجينات (٣٧ جينًا) يوجد فى صورة حلقات مكررة تسمى الميتوكوندريا ، أو السبحيات . يبلغ طول السبحة الواحدة ١٦٥٦٩ قاعدة (أو حرفا) ، وقد يحمل سيتوبلازم الخلية الواحدة

من خلايانا الآلاف من هذه الحلقات . تعمل السبحيات فى إنتاج الطاقة ، بل هى تعتبر فى الحقيقة بمثابة محطات القوى للخلية ، فبدونها نموت فى لحظة ، وثمة نظرية يقبلها العالم العلمى الآن تقول : إن السبحيات فى الأصل هى كروموزومات بكتريا كانت تعيش حرة ثم لجأت لتحيا متطفلة داخل خلايا أكبر منها أثناء التطور ، وعاشت بها حتى اليوم ، لتتكاثر (كالبكتيريا) بالانقسام المباشر ، (كروموزوم البكتريا أيضًا حلقى) . تتميز هذه السبحيات بخصيصتين :

الأولى : أن القواعد بها تطفر كثيرًا ، أكثر من قواعد دَنا النواة ، وليست كل الطفرات التى تحدث بالسبحيات ضارة ، فنصفها على الأقل لا يحدث أى أثر ملحوظ بل هى طفرات حميدة خفية . ومن مقدار هذه الطفرات يمكن أن نعرف مدى اختلاف السبحيات فى السلالات البشرية المختلفة – بفرض نشأتها جميعًا عن سبحة واحدة كانت ذات يوم داخل خلايا « جدة » واحدة . إن التراكم البطىء للطفرات الحميدة داخل السلالات البشرية المنعزلة يعنى أن تفترق السبحيات وتتباين بين السلالات مع الزمن ، من الممكن إذن أن تُستخدم السبحيات كساعة جزيئية سريعة الدق تدلنا على الوقائع التطورية فى العشائر البشرية .

أما الخصيصة الثانية : فهى أنها تنتقل عن طريق الأم إلى أبنائها ذكورًا وإناثًا ، لكنها أبدًا لا تنتقل عن طريق الأب .

والسبب فى ذلك هو أن رأس الحيوان المنوى الذى يتحد مع البويضة لا يحمل سيتوبلازما . أبدًا لا تختلط سبحيات الأب بسبحيات الأم . أبدًا لا يحدث تبادل بين المادة الوراثية للأب والأم فى السبحيات ، كما يحدث فى دَنا النواة أثناء عناق الحب . وعلى هذا فإن أية سبحة دناوية فى خلاياك لابد أن قد جاءتك من والدتك ، عن جدتك أم والدتك (لا عن جدتك أم والدك) ، عن أم جدتك أم والدتك ... إلخ . مادتك الوراثية بالنواة جاءتك مناصفة من أمك وأبيك ، ساهم فيها بالربع كل من جدودك الأربعة (جديك وجدتيك) ، وبالثُّمْن كل من جدود والديك الثمانية ، وهكذا إلى ما لا نهاية . أما السبحيات التى فى خلاياك فقد جاءتك عن أم والدتك عن أم أم والدتك ... جاءتك عن أنثى واحدة فقط من كل جيل من أجيال أسلافك ، مهما كان بُعْد جيل الأسلاف عنك ففيه امرأة واحدة عنها ورثت السبحيات بجسدك ، ها تحت أيدينا إذن مادة وراثية تنتقل من الأم كما هى دون أن « تلوثها » أية مادة وراثية ، دون أن تتحور بالمزج الجنسى : مادة تعتبر سجلا مستقلا محفوظًا ثابتًا ، ينتقل كما هو من جيل لجيل – اللهم إلاَّ ما قد يصيبه من طفرات .

ثمة مرض وراثى يسمى مرض ليبر العصبى البصرى ، ينتج عن تحلل المنطقة المركزية من الشبكية والأعصاب المرتبطة بها .

يصيب هذا المرض الذكور منا والإناث ، ولكنه يورث فقط عن طريق الأم ، فالأب المصاب لا يورث هذه الصفة أبدًا إلى نسله ، وقد اتضح أن الچين المسئول عن المرض موجود فى دَنا السبحيات ، والغريب أنه لا يختلف عن الجين الطبيعى إلا فى قاعدة واحدة لا أكثر ، تحولت فيه ج إلى أ .

فى السبعينات وأوائل الثمانينات أثناء حكم الدكتاتورية العسكرية بالأرجنتين قُتل عدد كبير من النساء بعد أن وضعن ، وسرقت عائلات العسكريين أطفالهن . وعند زوال الحكم العسكرى وعودة الحكم المدنى بعد عام ١٩٨٣ حاولت بعض أمهات القتيلات البحث عن أحفادهن ، وكان دَنا السبحيات هو الدليل . قورن هذا الدَّنا فى الأطفال بَدنا جدتهم للأم ، وأمكن بالفعل إعادة أكثر من خمسين طفلا إلى جداتهم الحقيقيات .

عون من البكتريا :

البكتريا : كما نعلم كائنات دقيقة ليس لها جهاز مناعى ، لكنها تصاب بأمراض تسببها الڤيروسات (تسمى الفاجات) . طورت البكتريا طريقة عجيبة للدفاع عن نفسها ضد هذه الفاجات فيما يشبه جهازًا مناعيًا بدائيًا ، فهى تنتج إنزيمات تقطع المادة الوراثية للفاجات فى أماكن بذاتها وتقتلها ، وعندما اكتشفت هذه الأنزيمات

(وتسمى إنزيمات التحديد أو البتر) اتضحت على الفور أهميتها البالغة فى دعم تكنولوجيا الهندسة الوراثية ، وعُرف من هذه الإنزيمات حتى الآن نحو ٣٠٠ إنزيم ، كل منها متخصص فى بتر الدَّنا عند وجود تتابع بذاته من حروف أربعة أو خمسة أو ستة أو ثمانية . ثمة إنزيم (اسمه هبا ١) ، مثلا ، يقطع إلى جزءين شريط الدنا بين ث ، أ فى التتابع ج ث ث أ أ س ، يمكن إذن أن نكتشف الطفرات على حلقات السبحيات إذا عاملناها بإنزيم من هذه . فإنزيم هبا ١ هذا يقطع السبحة الطبيعية (فى معظم البشر) إلى أربع قطع يتراوح طول القطعة منها ما بين ٢٤٠٠ و٥٧٠٠ حرف ، وهذا يعنى أن هذا التتابع موجود أربع مرات على حلقة السبحة البشرية ، فإذا ما حدثت طفرة تغير بها حرف من الحروف الستة فى الحلقة ، فإن الإنزيم لن يجد أمامه على حلقة السبحة إلا ٣ تتابعات يبتر عندها ، فتنتج عنه ثلاث قطع لا أربع . وإذا ما حدثت طفرة فى موقع آخر ونتج عنها هذا التتابع الخاص بالإنزيم قطع الإنزيم السبحة إلى خمس قطع . فإذا استخدمنا عددًا كبيرًا من الإنزيمات المختلفة التى تبتر دَنا السبحة عند تتابعات مختلفة أمكننا أن نقدر الفروق (الطفرات) فى دَنا السبحيات بين الأفراد المختلفة .

وبتطبيق هذه الفكرة على دَنا سبحيات البشر ، لوحظ عدم

وجود فروق كبيرة بين الناس (على عكس سبحيات القردة وغيرها من الفقاريات) ، ولقد بلغ متوسط عدد الفروق قاعدة فى كل ٣٠٠ قاعدة ، وهذا الفارق المحدود يعنى أن ثمة سلفًا شائعًا قريبًا فى الزمن يربط البشر جميعًا : لابد أن لكل السبحيات فى خلايا البشر أصلا واحدًا . لابد أن كانت هناك منذ فترة ليست بالبعيدة امرأة واحدة تحمل السبحة الأصلية فى خلاياها ، وعنها نشأ كل ما يحمله البشر الآن داخل خلاياهم من سبحيات .

التجربة :

فى بيركلى قام الباحثون الثلاثة ويلسون وكانّ وستونكينج بجمع دَنا السبحيات من ١٣٥ امرأة من مناطق مختلفة من العالم : من أهالى أستراليا الأصليين ، وغينيا الجديدة والآسيويين والأوروبيين وممثلات من الشعوب المختلفة بأفريقيا .فحصوا هذه المادة الوراثية بإنزيمات التحديد المختلفة وقدروا الاختلافات فى القواعد الدناوية بين كل امرأة وأخرى . لاحظوا بدايةً أن بعض السبحيات الأفريقية تختلف على ما يبدو كثيرًا عن غيرها ، فيها يقع قدر كبير من التباين ، الأمر الذى قد يعنى أن البشر عاشوا فى أفريقيا فترة أطول ، أما التباين الأقل فى العشائر غير الأفريقية فإنه يعنى أنها قد نشأت عن جماعات قليلة العدد نسبيا ، هجرت أفريقيا من زمن ليس بالبعيد ، ثم انتشرت بسرعة حول العالم .

ولجأ البُحَّاثُ إذن إلى الكمبيوتر ليساعدهم فى رسم أفضل شجرة تربط الـ ١٣٥ امرأة . المهمة بالطبع عويصة لا يمكن حلها يدويا .استخدموا برنامجا اسمه باوب . ربما أمكننا أن نفهم الطريقة التى يعمل بها هذا البرنامج بمثال صغير ، لنفترض أننا نريد أن نرسم شجرة تضم أربعة أفراد لا أكثر : أنت وأخيك وعمك وابن عمك ، يمكننا أن نرسم الصورة التالية :

(((أنت .. أخوك) عمك) ابن عمك)

فأنت الأقرب إلى أخيك ، وكلاكما أقرب إلى العم منكما إلى ابنه . سيحاول الكمبيوتر إذن أن يقارن كل هذه النسوة بهذه الطريقة معتمدًا على الفروق (الطفرات) فى دَنا السبحيات بينهن ، ليرسم أفضل شجرة ، الشجرة التى تحتاج إلى أقل قدر من احتمالات الصدفة . المهمة عسيرة حقًّا ، فالكمبيوتر لا يستطيع أن يفحص كل الأشجار الممكنة ليقدر أيها أفضل ، فعدد مثل هذه الأشجار أكبر مما يحتمل ، إنه يحتاج إلى نقطة بدء لتقليل عدد الأشجار التى يفحصها .لقَّموه إذن ما أشارت به فحوصهم الأولى : بعض السبحيات الأفريقية مجمعة سويًا .

ومضى البرنامج إذن يجرب الأشجار حتى توصل إلى الشجرة المثلى . كان للشجرة ملمح واضح تماما : فرع متميز جدًّا منفصل

لا يحمل إلا نساء كلهن أفريقيات ، وينشأ من أعمق جزء فى الشجرة وفحص البُحَّاثُ الشجرة وقالوا إن امرأة تحمل سبحة دناوية بذاتها هى أصل كل سبحيات البشر اليوم ، وإنها كانت تعيش فى مكان ما بأفريقيا منذ نحو ١٤٠ ألف عام . لم يمنحوا المرأة اسما ، لكنَّ محرر مجلة « نيتشر » فى تعليقه على البحث أطلق عليها اسم « حواء » . وكانت الضجة .

ما تعنيه نتائج البحث

كان لهذا الاسم للأسف نتائج « وخيمة » ، فلقد تخيل الكثيرون أنها كانت المرأة الوحيدة على ظهر الأرض آنئذ . وهذا بالطبع خطأ . فهذه « الحواء » ليست سوى أقرب الأسلاف الشائعة بيننا جميعًا ، إنما فى خط الإناث الخالص ، فنحن نعرف - كما ذكرنا - أن هناك امرأة واحدة فى أى جيل من أجيال الأسلاف عنها ورثنا ما بخلايانا من سبحيات دناوية . أما المادة الوراثية الموجودة بالنواة والتى تشكل مادتنا الوراثية الحقة ، فقد جاءت عن أعداد هائلة من الأسلاف من بينها حواء السبحيات هذه ، التى يمكن أن نقول إنها كانت تحيا منذ أقل من ربع مليون عام ، فى أفريقيا على أغلب الظن .

تحسنت تقنيات الوراثة الحديثة بعد هذا البحث كثيرًا ، وأجريت تجارب أخرى عديدة ، وظهرت نتائج أخرى ، لكن لهذا حديثًا آخر .

٩

البصمة الوراثيـة

تذهلنا الأرقام « الفلكية » كثيرًا ، هى أرقام هائلة رهيبة لا تصدق . الضوء يتحرك بسرعة ٣٠٠ ألف كيلومتر فى الثانية ، يقطع المسافة ما بين القاهرة والإسكندرية ويعود ستمائة مرة فى ثانية واحدة . بكوننا مليون بليون مجرة ، بكل منها فى المتوسط مائة بليون نجم . وبمجرتنا نحن - درب التبانة - ٤٠٠ بليون نجم . وتذهلنا الأرقام « الخلوية » أيضًا وتدعونا إلى التأمل العميق . إن وزن الدَّنا بالخلية البشرية (الدنا : المادة الوراثية التى تشكل كياننا وصفاتنا) لا يزيد على ستة من مليون مليون من الجرام . ينشأ كل فرد منا من خلية واحدة (زيجوت) تأتى عن اندماج حيوان منوى ببويضة ، ثم يتضاعف دَناها فى خلايا الجسم التى يبلغ عددها نحو ٦٠ ألف بليون خلية . فإذا جمعنا دَنا كل الزيجوتات التى شكلت المادة الوراثية الأساسية للستة بلايين إنسان الذين يعمرون وجه الأرض اليوم ، فإن وزنه لن يزيد عن ٣٦ ملليجراما - ٠,٠٣٦ من جرام واحد . هذا القدر الضئيل

من الدَّنا هو نحن كلنا – لسنا سواه ، هو الذى يشكل كل حياة البشر . منه نكون : القصير منا والطويل ، والسمين منا والنحيل ، والقبيح منا والجميل ، الظريف منا والثقيل ، السليم منا والعليل ، الحقير منا والنبيل – كل هذه العبقريات ، كل هذا الخيال ، كل هذا الفكر ، كل هذه الآداب والفنون والعلوم ، كل هذا الشعر .

لكل منا دَناه الذى يختلف عن كل دَنا سواه . لم يوجد لك فى الدَّنا مثيل . لا يوجد . لن يوجد . لكل بصمته الوراثية .

ليندا مان :

قرية نَاربُرَه : قرية إنجليزية صغيرة ، تبعد ستة أميال جنوب غرب مدينة ليستر . بها كان تقطن ليندا مان . صبية تبلغ من العمر خمسة عشر عامًا ، شعرها أسود وعيناها سوداوان ، طيبة مهذبة ، ممتلئة بالحياة ، تحب كل ما يحبه الشباب : الموسيقى والملابس ، والماكياج . كان الجو غاية فى البرودة يوم الإثنين ٢١ نوفمبر ١٩٨٣ ، عندما خرجت فى المساء لتزور صديقة لها . لم تعد الصبية إلى منزلها حتى الواحدة والنصف صباحًا ، فأبلغ أهلها البوليس ، وفى السابعة والثلث من صباح اليوم التالى عُثر على جثتها : باردة متخشبة ، بعد أن أغتصبت وخنقت . لم يترك الجانى أىَّ أثر سوى السائل المنوى على الجثة . من هذا السائل عرفت فصيلة دمه – كانت فصيلة لا يحملها إلا نحو ١٠٪ من رجال إنجلترا .

قرية الرعب :

انتشر الخبر ، وسرى الذعر فى القرية ، وأطلقت الصحافة اسم « قرية الرعب » على نَارْبُرَهْ . وفى خلال أسبوعين كان فريق التحقيق قد حقق فى مئات البلاغات . طلبت والدة ليندا على صفحات الجرائد : « هذا الرجل يجب أن يعاقب . أرجو ممن يعرفه أن يفكر طويلا قبل أن يتستر عليه . لم نعد نستطيع الحياة » . وعلى أوائل يناير كان البوليس يطلب يائسًا من كل من يعرف شيئًا أن يتصل به ، وبحلول شهر فبراير كانوا قد استجوبوا ثلاثة آلاف شخص – كل شباب القرية تقريبا . وفى يوم ٢ فبراير دفنت ليندا فى مقبرة لا تبعد سوى خطوات قليلة من المكان الذى لقيت فيه حتفها . وقام المخبرون بتصوير فيلم للجنازة يظهر فيه كل من شارك . وعلى شاهد القبر كُتب :

ليندا روزمارى مان

توفيت يوم ٢١ نوفمبر ١٩٨٣ فى عمر الخامسة عشرة

لم نتمكن من أن نقول لك وداعا ، لكنك معنا دائما .

لجأت والدتها إلى وسيطة تحضير أرواح قالت : « إنه رجل ضخم قوى البنية » .

أَليك جيفريز :

وعلى مبعدة بضعة أميال من نَارْبُرَهْ كان ثمة عالم شاب بجامعة ليستر ، يبلغ من العمر ٣٤ عامًا يقوم بأبحاث مثيرة . كان اسمه

إليك جيفريز ، كان على وشك أن يقع على اكتشاف سيذهل الجميع ، لا سيما أهالى ناربره .

كان هذا الرجل فيلسوفاً من نوع ما . قال : إن الكثيرين ترعبهم التضمينات الأخلاقية للهندسة الوراثية دون أن يعرفوا ماهية هذا العلم . فالهندسة الوراثية ليست بأكثر من لعبة ، إن تكن ذات إمكانيات لا تحد : سنصنع بها أدوية جديدة ، سنحسّن بها إنتاج المحاصيل وحيوانات المزرعة ، سنقضى بها على الكثير من الأمراض . قال : إن العلماء كانوا هم أول من نبه إلى احتمالات الخطورة فى تجارب الهندسة الوراثية ، ثم أثبتت الخبرة ضآلة هذه الاحتمالات . فمن يتخيل أن يستعمل العلماء البشر كحيوانات تجارب ؟ وحتى لو حاولوا ، فهل ستزكيهم حكوماتهم ؟ إن ما يخيفه حقاً هو احتمال أن يقوم الناس باختيار صفات أبنائهم بنفس الطريقة التى يختارون بها العربة أو الثلاجة . لكن المجتمع لن يسمح بأن يتدخل العلم فى الطبيعة إلى هذا المدى .

كان كل العاملين مع جيفريز – طلابا ومعاونين وزملاء – يحبون أسلوبه فى البحث والإرادة . الرجل متحمس دائما . شخصيته تلهم الجميع بالأفكار .

التهتهة الوراثية :

نعرف أن المادة الوراثية (الدَّنا) للكائنات الحية (من البكتريا حتى الإنسان) تتشكل فى صورة لولب مزدوج من جديلتين ، كلٌ مكونة

من سلسلة طويلة مؤلفة من تتابع من أربع قواعد كيماوية (أو حروف) هى الأدنين (أ) ، والثايمين (ث) ، والسيتوزين (س) ، والجوانين (ج) ، تتابع متفرد يصل طوله فى الإنسان مثلا إلى نحو ثلاثة آلاف مليون حرف ، يقسم عادة إلى عدد من الكروموزومات . وعلى الكروموزومات تقع الجينات (المورثات) ..تتألف الجينات التى تشفر للصفات من مقاطع من هذا اللولب يتراوح طولها عادة ما بين المئات وعشرات الآلاف من القواعد . لا تعمل كل الجينات بكل الخلايا ، إنما يعمل بها فقط ما يهمها من الجينات .

بدأ أليك جيفريز تجاربه بتفحص التباين بين الجينات غير الضارة التى تشفر لبروتينات طبيعية . كان يحاول أن يتعقب الجينات فى تحركات عبر الأجيال من الأبناء إلى الآباء إلى الجدود ، وكان يأمل أن يعزل مناطق من الدّنا تختلف اختلافًا واضحًا بين العائلات حتى يمكن أن تستخدم كواسمات .

كان الجين الذى يهمه جينا يصنع الميوجلوبين – وهذا بروتين قريب من الهيموجلوبين ينقل الأكسجين فى أنسجة العضلات . كان العمل يحتاج إلى كمية كبيرة من نسيج غنى جدًّا بالميوجلوبين – كأنسجة الحوت أو الفقمة ، فهذه الحيوانات تحتاج إلى قدر كبير من الميوجلوبين يزود عضلاتها بالأكسجين أثناء الغطس الطويل . تمكن العلماء من تحديد هوية جين الميوجلوبين فى

الفقمة ، واستخدموا البيانات فى الوصول إلى النظير البشرى للجين . وهنا بدأت المفاجآت تظهر .

وجد العلماء – مطويًا داخل الجين البشرى – مقطعا من الدَّنا مكررًا مراتٍ ومرات . يتكون لُبُّ هذا المقطع من خمسة عشر زوجًا من القواعد ، ويشبه كثيرًا تتابعات دناوية عثر عليها الوراثيون بالكروموزومات الأخرى وتتكرر مئات المرات . وأدرك جيفريز أن مادتنا الوراثية تقع على تتابعات دناوية عديمة القيمة وتُكَرِّرُها ، مثلما يتلعثم الشخص منا فى كلمة ، فيكرر المقطع الأول منها مرات ومرات قبل أن ينطق بها . هذه المكررات الدناوية إذن هى تهتهة فى الكلام الوراثى .

وفى يوم ١٥ سبتمبر ١٩٨٤ أجرى جيفريز تجربة استخدم فيها مكررة الخمسة عشر زوجًا من القواعد كمسبر ، بعد أن علمها بالإشعاع ، ليرى إن كان يستطيع أن يرصد التتابعات المكررة عبر الطاقم الوراثى . إذا ما وضعت هذه المكررات المشعة على فيلم فوتوغرافى ظهرت فى صورة خطوط غامقة . عندما نَظَر إلى أول فيلم ، خطرت بذهنه على الفور فكرة البصمة الوراثية – لتكون النظير العصرى لبصمة الأصبع ، تلك التى تمكّن بها ألفونس بيرتيون عام ١٩٠٢ من القبض على الجانى فى جريمة

قتل رهيبة وقعت فى باريس . كانت التتابعات المكررة التى حدد جيفريز هويتها تختلف فى الطول (من ١٦ إلى ٦٠ قاعدة) ، لكنها جميعًا كانت تحمل بداخلها مكررة الخمسة عشر قاعدة الأساسية .

وتتلخص طريقة العمل فى استخلاص جزيئات الدَّنا النقية من عينة من خلايا الدم ، ثم تقطيعها بإنزيم معين من إنزيمات التحديد - وهذه هى « مقصات » المهندس الوراثى يمكنه بها أن يقطع الدنا فى أماكن بذاتها ، أماكن يحددها تتابع معين من القواعد . كان إنزيم التحديد الذى استخدمه يقطع الدنا عند أى زوج من القواعد تحده قاعدتا ج ، أ من ناحية و ث ، س من الناحية الأخرى . يشظِّى الإنزيم الدَّنا إذن إلى قطع صغيرة ، اللهم إلا شظية واحدة طويلة - تلك المكونة من التتابعات المكررة (التهتهة) ، فهى لا تحمل أى زوج من القواعد تحده ج أ ، ث س . تُحفظ إذن هذه الشظية كاملة لا تُقطع . الحصيلة إذن قطع مختلفة من الدنا طويلة تحمل التتابعات المكررة المميزة لصاحب الدم - يتوقف طول كل شظية منها على عدد المكررات التى تحملها والذى يميز الفرد . تُفصل شظايا الدَّنا بعد ذلك إلى شرائط مختلفة الطول والموقع عن طريق التفريد الكهربى ، ثم يضاف إليها مسابر

دنا مشعة صُممت خصيصًا لتلتحم بتتابعات المكررات ، لتبين صورة متفردة : هى البصمة الوراثية .

* * *

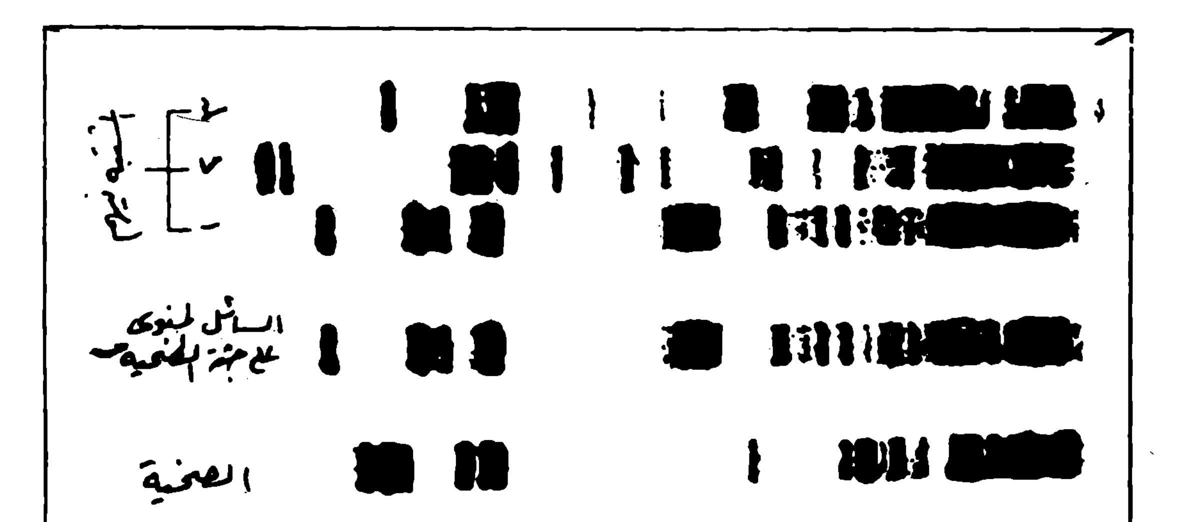
وفى يوم ١٩ نوفمبر ١٩٨٤ ظهر بجريدة « ميركورى » عمودًا عنوانه : « قصص لتنشيط الذاكرة » ، عرض به مجددًا ملخص لمقتل ليندا فى ٢١ نوفمبر ١٩٨٣ ، وقصة عن المليونيرة ثريا خاشوقجى التى طلبت من المحكمة أن تسجن زوجها السابق – وكان الناس لاشك يذكرون قضيتها ، ثم مضت الجريدة يومًا بعد يوم تنشر مقالات تلخص العمل الهائل الذى يقوم به المحققون فى قضية ليندا ، لتنتهى بمناشدة الناس أن يساعدوا جهات التحقيق .

* * *

وعند مرور عام على مقتل ليندا عثر أحد العمال على صليب صغير ، ربطت به زهرة حمراء ، فى المكان الذى قتلت فيه الصبية .

البصمة الوراثية :

من أولى التجارب التى قام بها أليك جيفريز لاستخدام البصمة الوراثية ، دراسة فى عائلة يختبر بها ما إذا كان نظام توريث البصمة بالبساطة التى يتوقعها . ولقد اتضح له أن نصف الشرائط والخطوط على فيلم الأشعة السينية يجئ من الأم والنصف من



تبين هده الصورة خمس بصمات وراثية   الواضح أن بصمة المشتبه فيه
رسم (١) تطابق تماما بصمة السائل المنوى

الأب . كانت أنماط الشرائط تورث بطريقة بسيطة . وكان هذا شيئًا مثيرًا للغاية .

ثم حاول أن يعرف ثبات نظام الشرائط فى نفس الفرد إذا اختلف النسيج . فأخذ عينات من نفس الفرد : من الدم ومن السائل المنوى ، فاتضح أن البصمة الوراثية ثابتة بغض النظر عن نوع النسيج الذى أخذت منه العينة ، جرب أيضًا حساسية النظام لحجم العينة ، وظهر أنه حساس بما فيه الكفاية : نقطة دم تكفى ، قطرة صغيرة من السائل المنوى فيها الكفاية . ثم جرب التأكد من النتائج على عينات قديمة . ونجح الاختبار . جرب الطريقة على كائنات مختلفة - حيوانات وأسماك - فثبت أيضًا نجاحها . ثم إنه حَسَّن الطريقة فرفع درجة وضوح صورة الأشعة السينية . وهنا قام جيفريز بإعداد بحثه للنشر ، لكنه لم يتحدث عن اكتشافه إلا فى نوفمبر ١٩٨٤ - بعد عام من مقتل ليندا ، وكان ذلك فى مؤتمرين عقدا فى لندن . سجل الرجل براءة اختراعه . وظهر بحثه فى مارس ١٩٨٥ وقال فيه : إن احتمال أن تتشابه بصمتان لفردين تكاد تكون صفرًا - أو إن أردت الدقة فالاحتمال هو واحد من مليون مليون مليون . إن عدد الناس على الأرض ستة آلاف مليون ، لذا فمن المستحيل أن نجد شخصين لهما نفس

البصمة الوراثية (اللهم إلا كل توءمين متطابقين) . لم يظهر على الأرض شخص يحمل بصمتك الوراثية .

وبعد نشر البحث مباشرة استُدعى جيفريز ليجرب طريقته فى حل قضية صبى يعيش فى أفريقيا ادعى أن أمه تحيا فى بريطانيا ، وقال موظفو الهجرة إنها عمته ، أثبت جيفريز صحة دعوى الصبى .

* * *

واهتم الصحفيون بجيفريز وقالوا : إن طريقته يمكن أن تحل الكثير من المشاكل بمسلسل « دالاس » التليفزيونى ، وحصل جيفريز على الأستاذية بسبب كشفه ، وانهالت عليه الميداليات والجوائز ، واختير عضوًا بالجمعية الملكية ، ثم صرح بأنه « يأمل أن يُعترف بطريقته فى مجال الطب الشرعى » ، ونُشر هذا التصريح فى الجريدة المحلية بنَاربُرهْ بعد سنتين من اغتيال ليندا مان . وفى الفقرة الأخيرة قال « إن القضية تعنى اختراقًا لمجالات جديدة ، من بينها تحديد هوية المجرمين من عينة صغيرة من الدم يُعثر عليها فى موقع الجريمة » .

* * *

مرت سنتان على وفاة ليندا ، وفى اليوم التالى عُثر مرة أخرى على صليب فى نفس مكان اغتيالها .

دون آشويرث :

وفى يوم الخميس ٣١ يوليو ١٩٨٦ اختفت دون آشويرث .كان عمرها خمسة عشر عامًا ، جميلة مهذبة ذات شعر بنى وعينين زرقاوين لامعتين تلائمان شخصيتها التى تضج بالحياة . خرجت ولم تعد حتى التاسعة والنصف مساءً ليبلغ والدها البوليس . عثر فى يوم السبت على جثتها عارية على مقربة من المكان الذى قتلت فيه ليندا ، وكانت عليها بقايا السائل المنوى للمغتصِب . ضُربت الفتاة بعنف قبل أن تُقتل . ويبدو أن الجانى قد اغتصبها بعد موتها .

وأصدر كاهن الكنيسة نداءً إلى القاتل أن يسلم نفسه قائلا : « لقد ارتكبتَ جريمةً شنعاء » ، وعليك أن تسلم نفسك وتطلب عفو والدىْ « دون آشويرث » وعفو المجتمع كله . عليكِ أن تسلم نفسك وترضى ضميرك ، لأنك ستقابل خالقك قريبًا لتبرر أمامه هذا الجرم الفظيع الذى ارتكبته » . وكتبت الجريدة المحلية « أصبح من المؤكد الآن أن ثمة فى مجتمعنا شخصًا مريضًا جدًّا أو شريرًا جدًّا ...مريضًا – أو شريرًا – ليغتصب صبيتين مراهقتين – كمثل ابنتك أو ابنة جارك . يبدو أن الصبية « دون آشويرث » قد جَرَحَت مغتصبها . إذا كنت تعرف رجلاً ظهر به جرح أو كدمة بعد يوم الجمعة ، فمن واجبك أن تبلغ البوليس

على الفور » . ثم ظهر إعلان عن جائزة قدرها ١٥٠٠٠ جنيه (رفعت فيما بعد إلى عشرين ألفًا) لمن يقدم بيانات تؤدى إلى اعتقال القاتل .

ريتشارد بكلاند :

وفى الخامسة من صباح الجمعة ٧ أغسطس ، وبعد تحريات طويلة ، اقتحم البوليس منزل ريتشارد بكلاند ، بواب مستشفى القرية واعتقلوه . كانت الشبهات قد حامت حوله طويلاً بعد أن أبلغ أحد أصدقائه أنه قد عرف بمقتل دون آشويرث قبل أن يُذيع البوليس الخبر ، واعترف بكلاند بأنه قد قتل دون آشويرث بعد أن اغتصبها ، ثم وصف للمحقق بالتفصيل كيف تم ذلك . لكنه أنكر تماما أنه قتل ليندا مان . قرر المحقق أن يجرب تقنية جيفريز الجديدة ، فأرسل عينة من دم بكلاند وعينة من السائل المنوى الذى عثر عليه بجثة ليندا ، وأخرى من السائل الذى عثر عليه بجثة دون آشويرث - أرسلها إلى رجل الوراثة الشاب بجامعة ليستر ، على أمل أن يثبت الاختبار أن بكلاند قد ارتكب الجريمتين ، وبعد نحو أسبوع وصلته مكالمة تليفونية من جيفريز :

- لدى خبر طيب وآخر سيئ .

- علىّ أولاً بالسيئ .

- بكلاند لم يقتل ليندا ، وهو أيضًا لم يقتل دون آشويرث .

– مستحيل مستحيل ، أليس ثمة مجال لخطأ ؟
– كلا ، إذا كانت العينات التى أرسلتها صحيحة .
– الخبر الطيب إذن ..
– عليك أن تبحث عن رجل واحد – قاتل الفتاتين شخص واحد .

وأفرج عن ريتشارد بكلاند – أول برئ فى التاريخ تنقذه البصمة الوراثية ، غير أن البوليس لم يقتنع ، ومضى يبحث عن أدلة أخرى ضد بكلاند . إن عمل البوليس ليس علما . إنه نوع من الفن ، والفنان لا يتنازل عن رأيه بسبب مثل هذا الهراء العلمى ، وكما قال المحقق : « إن مهمتنا هى أن نجمع من الشواهد ما يكفى لإدانة هذا المجرم ، ولن تهمنا البصمة الوراثية ! » .ثم وصلت رسالة من مجهول تقول « ابحثوا عن خباز يدعى كولين بيتشفورك » .

وبدأت المطاردة من جديد :

قال رجال البوليس إنهم سيبدءون شيئًا لم يسبق له مثيل – سيختبرون دم كل شاب يعيش بالقرية وبالقريتين المجاورتين . كثافة الحيوانات المنوية بالسائل المنوى على الجثتين تؤكد أن القاتل شاب : « على كل شاب من القرى الثلاث يقع عمره ما بين ١٧ ، ٣٤ عامًا أن يقدم عينة من دمه ولعابه حتى يُرفع اسمه من

قائمة المشتبه فيهم » . كان على فريق التحقيق أن يثق فى كفاءة البصمة الوراثية ، جُهزت فرقٌ كلٌ من خمسة أطباء لأخذ عينات الدم . أرسل خطاب إلى كل شاب . إذا ما جاء الشاب ومعه الخطاب قابله ضابط ليتأكد من شخصيته ويأخذ أقواله ، ثم تؤخذ منه عينة الدم واللعاب ، ليُستبعد على الفور إذا ثبت أن مجموعة دمه تخالف مجموعة دم القاتل . على نهاية يناير كان عدد من قدم العينات نحو ألف شخص وعلى شهر مايو بلغ العدد ٣٦٥٣ شابًا . عملية « إدماء » لم تحدث قبلا فى التاريخ ، نقلت على الهواء فى تليفزيونات أستراليا والبرازيل والولايات المتحدة وفرنسا وهولنده والسويد .

وفي عصر يوم الأول من أغسطس – بعد مرور عام على مقتل دون آشويرث – كان ثمة عدد من الأصدقاء يتسامرون فى حانة ، عندما جاء ذكر كولين بيتشفورك . قال أحدهم بعد أن رشف جرعة من كأسه وملأت الابتسامة وجهه :

– لقد قمت مقام كولين فى الاختبار .

– أى اختبار ؟ تقصد فى تحقيق جريمة القتل ؟ .

– نعم .

– غريب هذا الأمر ، لقد طلب منى كولين نفس الشيء وعرض علىّ مائتي جنيه ولكننى رفضت ، قال لى إنه لا يثق فى البوليس .إنه حقًا شخص عجيب .

سمعت صاحبة الحانة هذا الحديث ، ولم تستطع أبدًا أن تقصيه عن ذهنها ، لكنها مكثت ستة أسابيع قبل أن تخطر البوليس بما سمعت ويتأكد البوليس من أن توقيع بيتشفورك على استمارة عينة الدم مزيف ، فيقبض على الصديق ليحكى كل شيء .

وفى يوم السبت ١٩ سبتمبر كان ستة من أفراد وحدة البوليس فى انتظار بيتشفورك قرب منزله حتى يعود ، وعندما عاد طرقوا باب منزله فى السادسة إلا ربعا مساء وقبضوا عليه .

واعترف الرجل بأنه قتل الفتاتين . أُخذت عينة من دمه وأرسلت إلى معمل جيفريز ليؤكد أن البصمة الوراثية للدم تطابق تماما بصمة السائل المنوى على الجثتين . وفى ٢٣ يناير ١٩٨٨ صدر الحكم عليه بالسجن مدى الحياة .

كارين برايس :

إذا ما كان الدّنا قديما جدًّا ، فهل يصلح لبصمة جيفريز الوراثية ؟ إن واحدة على الأقل من القواعد الأربع التى تشكل الدّنا (هى الثايمين) تتأكسد مع الزمن ، وإذا تأكسدت انهارت جديلة الدّنا وتهشمت ، وطريقة جيفريز تعتمد على شظايا طويلة ، فهل من سبيل آخر ؟ .

في يوم ٧ ديسمبر ١٩٨٩ كان بعض العمال يحفرون بالحديقة الخلفية لأحد المنازل بمدينة كارديف . فعثروا على سجادة قديمة ملفوفة .رُبِطت بسلك .بداخلها وجدوا حقيبة بلاستيكية سوداء تحمل هيكلا عظيما . كانت يدا الضحية موثوقتين خلف الظهر . كان الهيكل العظمى لفتاة مجهولة عمرها ١٦ عاما . الواضح أنها قد خنقت ثم دفنت من أعوام طويلة ، لم يستطع البوليس البدء فى إجراءات التحقيق قبل التعرف على شخصية القتيلة . عهد البوليس إلى ريتشارد نيف بمهمة إعادة تشكيل صورة الوجه بالصلصال باستخدام عظام الجمجمة ، فتمكن من تجسيم ملامح الوجه متتبعًا تضاريس الجمجمة يحدد بها العضلات واحدة واحدة .نشرت الصورة على أوسع نطاق فتعرف عليها شخصان من سكان المنطقة : الفتاة هى كارين برايس ، ولقد اختفت منذ شهر يوليو ١٩٨١ . لكن هذا لم يكن كافيًا لدى البوليس لتأكيد هويتها . هل من الممكن أن يُستخلص الدنا من عظام دفنت ثمانية أعوام ؟ نعم ، العظام تحمل دنا ، لكنه لاشك قد تهشم الآن ، ثم إن دنا بكتريا التربة سيلوث دنا العظام .

على أن إريكا هاجلبرج ، عالمة البيولوجيا الجزيئية بجامعة أكسفورد ، تمكنت بعد طحن بعض من العظام من تجميع عينة من ١,٥ ميكروجرام من الدنا ، ثم اتضح أن ٩٩٪ منها من دنا

البكتريا . كانت تقنية جديدة اسمها « تفاعل البوليميريز المتسلسل » قد اكتُشفت ، وبها استطاعت أن تضاعف الدنا البشرى إلى كميات وفيرة تكفى للتحليل . ولما كان الدنا قد أصابه كثير من التحلل فقد وجدت إريكا أنه من الممكن أن تستخدم مكررات أخرى قصيرة توجد أيضًا بكثرة فى الطاقم الوراثى البشرى – مكررات من اثنتين فقط من القواعد ، مثلا : أس أس أس أس وتمكنت إريكا وجيفريز من العثور على عدد من هذه المكررات ، واتضح أن عدد هذه المكررات يختلف ما بين الأفراد ، كما أن كلا من هذه التتابعات تطوقه نفس الحدود بغض النظر عن عدد المكررات داخلها – الأمر الذى يمكّن من إنتاج ملايين النسخ فى المعمل من أى تتابع متكرر .

لجأت هاجلبرج إلى والدى كارين وأخذت عينات من دمهما ، وسلمتها إلى جيفريز ، الذى تمكن من أن يؤكد أن الهيكل العظمى يخص كارين (باحتمال قدره ٩٩,٩٪) .

بدأ البوليس إذن فى استجواب معارفها ، فانهار أحدهم – إدريس على – وأرشد عن القاتل ، وكان ثمة عامل بناء اسمه ألان تشارلتون ، قتلها عندما رفضت أن تقف عارية أمامه ليصورها ، بعد محاكمة استمرت خمسة أسابيع ، حكم عليه فى ٢٦ فبراير بالسجن مدى الحياة .

ملاك الموت :

ولقد استُخدم تصنيف الدنا بهذه الطريقة الجديدة لتحديد الهوية فى حل لغز أكثر فظاعة . كان ثمة طبيب ألمانى اسمه يوسف مينجله ، عُرِف أثناء الحرب العالمية الثانية باسم « ملاك الموت » على الرغم أنه كان يشبه كلارك جيبل . كان وصمة عار حتى بين زملائه من مجرمى الحرب النازيين . كان قد تسبب فى قتل الآلاف بمعسكر الاعتقال بأوشفيتز ، وأجرى تجارب طبية بالغة البشاعة على السجناء . هرب مينجله عام ١٩٤٥ بعد نهاية الحرب إلى مكان مجهول بأمريكا الجنوبية ، ثم أذيع أنه قد مات غريقًا ودفن فى مدينة إمبو بالبرازيل .

أُخرجت الجثة وفُحصت . كان هيكله العظمى – وأسنانه – تتوافق تماما مع ما هو معروف عنه . لكن الرجل كان مخادعًا طول عمره ، فماذا يمنع أن تكون ثمة خدعة ؟ .

استُدعى جيفريز ، فتمكن بمعاونة هاجلبرج من استخلاص قدر ضئيل كاف من الدنا من عظام دفنت قبل ست سنوات . ثم كان المطلوب قطرة من دم ابنه رولف . رفض الابن التعاون . لكنه وافق بعد أن هُدد بنبش قبور جثث كل عائلة مينجله لفحص دناها . أوضح جيفريز أن الهيكل العظمى بالفعل ليوسف مينجله (بدرجة تأكيد بلغت ٩٩,٨٪) . فأغلق ملف « ملاك الموت » .

صورة وجهك تجرى فى دمك :

لو أن المشروع العالمى للطاقم الوراثى البشرى تمكن من بلوغ هدفه ، وفَكَّ الشفرة الوراثية الكاملة للإنسان - وهو ما قد يتحقق فى ظرف خمسة عشر عاما - فربما كان لنا أن نتوقع أن نرسم صورة كاملة لوجه « القاتل » من دنا نستخلصه من قطرة دم تركها فى موقع الجريمة ، أو بصقة بصقها هناك ، أو شعرة منه سقطت ، ولنا أن نتخيل ما سيصيبه من ذعر إذ يجد صورته على صفحات الجرائد وشاشات التليفزيون بعد أيام من ارتكاب جريمته .

(وإلى رحلة الجزء الثانى)



فى بحور العلم (الجزء الثانى)
د . أحمد مستجير

الفهرس

رقم الايداع	١٩٩٦/١٠١٨٥
الترقيم الدولى 977-02-5318-9	ISBN

١/٩٦/١٦

طبع بمطابع دار المعارف (ج. م. ع.)



لمركز الشرق الاوسط للبحوث والدراسات
الاعلاميه والمعلومات

اكتوبر مجلة العرب السياسيه الاولى للعام ١٤١٦ هجري

سعادة رئيس تحرير اكتوبر الموقر
بعد التحيه والتقدير لشخصكم الكريم،،

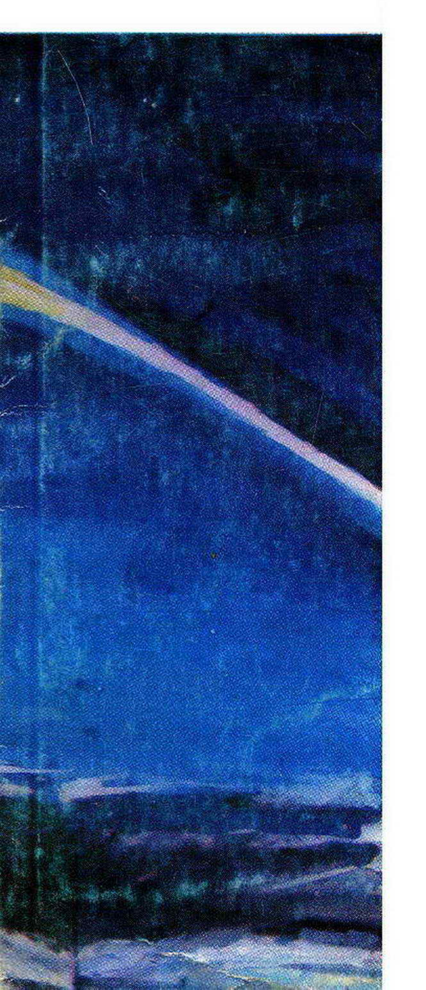
بكل الفخر والإعتزاز وباسم ما يقارب من ٥٥٠٠٠ مواطن عربي
من العالم العربي والجاليات العربيه في العالم شاركوا في أول استطلاع
رأي عربي عالمي هجري بمركز الشرق الاوسط للبحوث والدراسات
الإعلاميه والتسويقيه تهنئكم بفوز مجلتكم اكتوبر
بلقب مجلة العرب السياسيه الاولى للعام الهجري
١٤١٦ بنسبة ٨١،٣٤٪ .

لذا فانه لمن دواعي سرور مجلس ادارة المركز والذي يضم
في عضويته مجموعة من خبراء الإعلام والإقتصاد والسياسه
والإجتماع في العالم العربي أن يهنئكم بهذا الفوز الذي نالته
مجلتكم بكل اقتدار بفضل المجهودات المخلصه والمتميزه التي
تبذلونها في خدمة القارىء العربي في أرجاء المعموره .

مجلس ادارة المركز







« فى بحور العلم » نُبحر جميعًا فى رحلة ممتعة يمتزج فيها العلم والأدب يقودها بدقة واقتدار العالم الدكتور أحمد مستجير .. فيبذل الجهد الكبير ليقدم للقارئ أرقى ما وصل إليه العلم الحديث بأسلوب أدبى رفيع يُثير فينا الدهشة والإعجاب .. ولأهمية وخطورة هذا الكتاب تقدمه لك دار المعارف ولأول مرة فى جزءين فى سلسلة اقرأ .



٤٠٢٧١٩


حصريات
مجلة
الابتسامة